

POST-DETECTION DIVERSITY RECEPTION CIRCUIT

Patent number: JP10256966

Publication date: 1998-09-25

Inventor: KUMAGAI TOMOAKI; KOBAYASHI SEI

Applicant: NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

Classification:

- international: H04B7/08

- european:

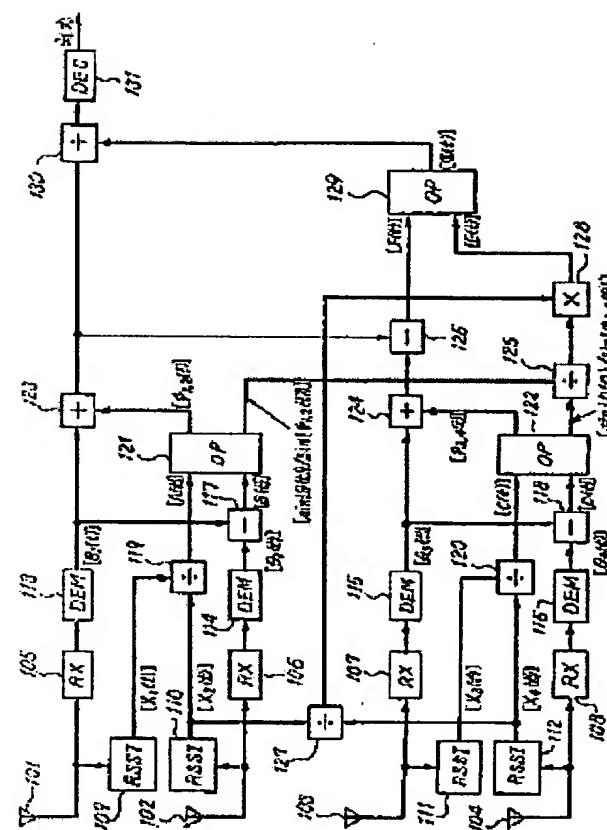
Application number: JP19970058757 19970313

Priority number(s):

Abstract of JP10256966

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a post-detection diversity reception equipment which has a low power consumption and obtains a high reception quality with a simple constitution.

SOLUTION: Demodulation circuits 113 to 116 output scalar signals by phase detection. The phase $\arg(MRC)$ of a maximum ratio composite output MRC after detection is directly calculated from a reception power level a_i (i) and a demodulation phase $\theta_i(t)$ of each branch in accordance with $\arg MRC(t) = \Phi_i(t) + \phi_{1,2}(t) + \theta_1(t)$ to perform symbol discrimination. In the equation, $\Phi_i(t) = \tan^{-1} [C(t)\sin D(t) / 1 + C(t)\cos D(t)]$, $C(t) = r_3 \cdot 4(t) / r_1 \cdot 2(t)$, $D(t) = \phi_{1,2}(t) + \theta_3(t) - \phi_{1,2}(t) + \theta_1(t)$, $r_m, n(t) = a_n(t) \sin \theta_n(t) - a_m(t) \sin \theta_m(t)$, $\phi_{1,2}(t) = \sin \theta_m(t) / \sin \theta_n(t)$, $\phi_{1,2}(t) = \tan^{-1} [A_m, n(t) \sin B_m, n(t) / 1 + A_m, n(t) \cos B_m, n(t)]$, $A_m, n(t) = a_n(t) / a_m(t)$, and $B_m, n(t) = \theta_n(t) - \theta_m(t)$.



(51)Int.Cl.⁶

H 04 B 7/08

識別記号

F I

H 04 B 7/08

D

審査請求 未請求 請求項の数 8 O.L (全 29 頁)

(21)出願番号 特願平9-58757

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(22)出願日 平成9年(1997)3月13日

(72)発明者 熊谷 智明

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 小林 聖

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

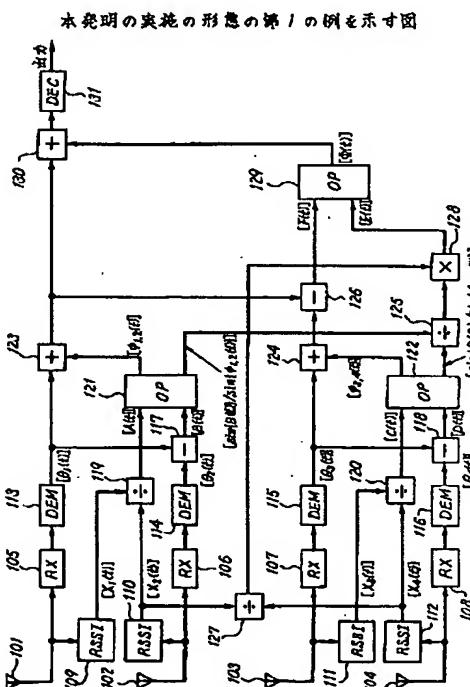
(74)代理人 弁理士 本間 崇

(54)【発明の名称】 検波後ダイバーシチ受信回路

(57)【要約】 (修正有)

【課題】従来は最大比合成出力を得るために各ブランチで線形の検波演算を行って復調した複素ベクトル信号を加算していただため、検波回路が大規模になっていた。

【解決手段】復調回路113～116では位相検波によってスカラー信号を出力するようとする。復調は検波後最大比合成出力MRCの位相arg(MRC)を各ブランチの受信電力レベル $a_i(t)$ と復調位相 $\theta_i(t)$ とからたとえば次のように直接計算してシンボル判定をすることで行う。 $\arg\{MRC(t)\} = \Phi(t) + \phi_{1,2}(t) + \theta_1(t)$, ただし $\Phi(t) = \tan^{-1}[C(t)\sin D(t)/(1+C(t)\cos D(t))]$, $C(t) = r_{3,4}(t)/r_{1,2}(t)$, $D(t) = \{\phi_{3,4}(t) + \theta_3(t)\} - \{\phi_{1,2}(t) + \theta_1(t)\}$, $r_{m,n}(t) = a_n(t) \sin(\theta_n(t) - \theta_m(t))/\sin\phi_{m,n}(t)$, $\phi_{m,n}(t) = \tan^{-1}[A_{m,n}(t) \cdot \sin B_{m,n}(t)/(1+A_{m,n}(t)\cos B_{m,n}(t))]$, $A_{m,n}(t) = a_n(t)/a_m(t)$, $B_{m,n}(t) = \theta_n(t) - \theta_m(t)$.



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フェージングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1, 第2, 第3および第4の受信手段と、
 前記各受信手段毎の受信信号対雑音電力比を検出する第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段と、
 前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1, 第2, 第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、
 前記第2のS/N検出手段の出力に対する前記第1のS/N検出手段の出力の比Aを演算する第1の除算手段と、
 前記第4のS/N検出手段の出力に対する前記第3のS/N検出手段の出力の比Cを演算する第2の除算手段と、
 前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力との差分Bを演算する第1の減算手段と、
 前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力との差分Dを演算する第2の減算手段と、
 前記第1の除算手段の出力Aと前記第1の減算手段の出力Bから $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ A \sin B / (1 + A \cos B) \}$ と $W = \sin B / \sin \phi_{1,2}$ を演算する第1の演算手段と、
 前記第2の除算手段の出力Cと前記第2の減算手段の出力Dから $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ C \sin D / (1 + C \cos D) \}$ と $X = \sin D / \sin \phi_{3,4}$ を演算する第2の演算手段と、
 前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第1の加算手段と、
 前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第2の加算手段と、
 前記第2の加算手段の出力と前記第1の加算手段の出力の差分Fを演算する第3の減算手段と、
 前記第4のS/N検出手段の出力に対する前記第2のS/N検出手段の出力の比を演算する第3の除算手段と、
 前記第2の演算手段の出力Xに対する前記第1の演算手段の出力Wの比を演算する第4の除算手段と、
 前記第3の除算手段の出力と前記第4の除算手段の出力の積Eを演算する第1の乗算手段と、
 前記第3の減算手段の出力Fと前記第1の乗算手段の出力Eから $\Phi = \tan^{-1} \{ E \sin F / (1 + E \cos F) \}$ を演算する第3の演算手段と、
 前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力Φの和を演算する第3の加算手段とを備えることを特徴とする検波後ダイバーシチ受信回路。
 【請求項2】 フェージングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1, 第2, 第3および第4の受信手段と、

前記各受信手段毎の受信信号対雑音電力比を検出する第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段と、
 前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1, 第2, 第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、
 前記第2のS/N検出手段の出力に対する前記第1のS/N検出手段の出力の比を演算する第1の除算手段と、
 前記第4のS/N検出手段の出力に対する前記第3のS/N検出手段の出力の比を演算する第2の除算手段と、
 前記第1および第2の除算手段の出力をそれぞれ一定期間遅延させる第1および第2の遅延手段と、
 前記第1および第2の除算手段の出力と前記第1および第2の遅延手段の出力の積GおよびIをそれぞれ演算する第1および第2の乗算手段と、
 前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力との差分Hを演算する第1の減算手段と、
 前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力との差分Jを演算する第2の減算手段と、
 前記第1の乗算手段の出力Gと前記第1の減算手段の出力Hから $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ G \sin H / (1 + G \cos H) \}$ と $Y = \sin H / \sin \phi_{1,2}$ を演算する第1の演算手段と、
 前記第2の乗算手段の出力Iと前記第2の減算手段の出力Jから $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ I \sin J / (1 + I \cos J) \}$ と $Z = \sin J / \sin \phi_{3,4}$ を演算する第2の演算手段と、
 前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第1の加算手段と、
 前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第2の加算手段と、
 前記第2の加算手段の出力と前記第1の加算手段の出力の差分Kを演算する第3の減算手段と、
 前記第4のS/N検出手段の出力に対する前記第2のS/N検出手段の出力の比を演算する第3の除算手段と、
 前記第3の除算手段の出力を一定期間遅延させる第3の遅延手段と、
 前記第3の除算手段の出力と前記第3の遅延手段の出力の積を演算する第3の乗算手段と、
 前記第2の演算手段の出力Yに対する前記第1の演算手段の出力Yの比を演算する第4の除算手段と、
 前記第3の乗算手段の出力と前記第4の除算手段の出力の積Lを演算する第4の乗算手段と、
 前記第3の減算手段の出力Kと前記第4の乗算手段の出力Lから $\Phi = \tan^{-1} \{ L \sin K / (1 + L \cos K) \}$ を演算する第3の演算手段と、
 前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力Φの和を演算する第3の加算手段とを備えることを特徴とする検波後ダイバーシチ受信回路。

【請求項3】 フェージングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1, 第2, 第3および第4の受信手段と、
 前記各受信手段毎の受信信号対雑音電力比を検出する第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段と、
 前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1, 第2, 第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、
 前記第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段の出力をそれぞれ一定期間遅延させる第1, 第2, 第3および第4の遅延手段と、
 前記第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段の出力と前記第1, 第2, 第3および第4の遅延手段の出力の積をそれぞれ演算する第1, 第2, 第3および第4の乗算手段と、
 前記第2の乗算手段の出力に対する前記第1の乗算手段の出力の比Gを演算する第1の除算手段と、
 前記第4の乗算手段の出力に対する前記第3の乗算手段の出力の比Iを演算する第2の除算手段と、
 前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力の差分Hを演算する第1の減算手段と、
 前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力の差分Jを演算する第2の減算手段と、
 前記第1の除算手段の出力Gと前記第1の減算手段の出力Hから $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ G \sin H / (1 + G \cos H) \}$ と $Y = \sin H / \sin \phi_{1,2}$ を演算する第1の演算手段と、
 前記第2の除算手段の出力Iと前記第2の減算手段の出力Jから $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ I \sin J / (1 + I \cos J) \}$ と $Z = \sin J / \sin \phi_{3,4}$ を演算する第2の演算手段と、
 前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第1の加算手段と、
 前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第2の加算手段と、
 前記第2の加算手段の出力と前記第1の加算手段の出力との差分Kを演算する第3の減算手段と、
 前記第4の乗算手段の出力に対する前記第2の乗算手段の出力の比を演算する第3の除算手段と、
 前記第2の演算手段の出力Zに対する前記第1の演算手段の出力Yの比を演算する第4の除算手段と、
 前記第5の乗算手段の出力と前記第4の除算手段の出力の積Lを演算する第5の乗算手段と、
 前記第3の減算手段の出力Kと前記第5の乗算手段の出力Lから $\Phi = \tan^{-1} \{ L \sin K / (1 + L \cos K) \}$ を演算する第3の演算手段と、
 前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力Φの和を演算する第3の加算手段とを備えることを特徴

とする検波後ダイバーシチ受信回路。

【請求項4】 フェージングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1, 第2, 第3および第4の受信手段と、
 前記各受信手段毎の受信信号対雑音電力比を検出する第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段と、
 前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1, 第2, 第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、
 前記第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段の出力をそれぞれ一定期間遅延させる第1, 第2, 第3および第4の遅延手段と、
 前記第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段の出力と前記第1, 第2, 第3および第4の遅延手段出力の積をそれぞれ演算する第1, 第2, 第3および第4の乗算手段と、
 前記第2の乗算手段の出力に対する前記第1の乗算手段の出力の比Gを演算する第1の除算手段と、
 前記第4の乗算手段の出力に対する前記第3の乗算手段の出力の比Iを演算する第2の除算手段と、
 前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力の差分Hを演算する第1の減算手段と、
 前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力との差分Jを演算する第2の減算手段と、
 前記第1の除算手段の出力Gと前記第1の減算手段の出力Hから $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ G \sin H / (1 + G \cos H) \}$ と $Y = \sin H / \sin \phi_{1,2}$ を演算する第1の演算手段と、
 前記第2の除算手段の出力Iと前記第2の減算手段の出力Jから $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ I \sin J / (1 + I \cos J) \}$ と $Z = \sin J / \sin \phi_{3,4}$ を演算する第2の演算手段と、
 前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第1の加算手段と、
 前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第2の加算手段と、
 前記第2の加算手段の出力と前記第1の加算手段の出力との差分Kを演算する第3の減算手段と、
 前記第4のS/N検出手段の出力に対する前記第2のS/N検出手段の出力の比を演算する第3の除算手段と、
 前記第3の除算手段の出力を一定期間遅延させる第5の遅延手段と、
 前記第3の除算手段の出力と前記第5の遅延手段の出力の積を演算する第5の乗算手段と、
 前記第2の演算手段の出力Zに対する前記第1の演算手段の出力Yの比を演算する第4の除算手段と、
 前記第3の除算手段の出力と前記第4の除算手段の出力の積Lを演算する第6の乗算手段と、

前記第3の減算手段の出力Kと前記第6の乗算手段の出力から $\Phi = \tan^{-1} \{ L \sin K / (1 + L \cos K) \}$ を演算する第3の演算手段と、

前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力 Φ の和を演算する第3の加算手段とを備えることを特徴とする検波後ダイバーシチ受信回路。

【請求項5】 フェージングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1, 第2, 第3および第4の受信手段と、

前記各受信手段毎の受信信号対雜音電力比の対数値(対数の底はb, b:定数)を検出する第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段と、

前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1, 第2, 第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、

前記第2のS/N検出手段の出力と前記第1のS/N検出手段の出力との差分A'を演算する第1の減算手段と、

前記第4のS/N検出手段の出力と前記第3のS/N検出手段の出力との差分C'を演算する第2の減算手段と、

前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力との差分B'を演算する第3の減算手段と、

前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力との差分D'を演算する第4の減算手段と、

前記第1の除算手段の出力A'と前記第3の減算手段の出力B'から $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ b^{A'} \sin B' / (1 + b^{A'} \cos B') \}$ と $W' = \log_b (\sin B' / \sin \phi_{1,2})$ を演算する第1の演算手段と、

前記第2の減算手段の出力C'と前記第4の減算手段の出力D'から $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ b^{C'} \sin D' / (1 + b^{C'} \cos D') \}$ と $X' = \log_b (\sin D' / \sin \phi_{3,4})$ を演算する第2の演算手段と、

前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第1の加算手段と、

前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第2の加算手段と、

前記第2の加算手段の出力と前記第1の加算手段の出力の差分F'を演算する第5の減算手段と、

前記第4のS/N検出手段の出力と前記第2のS/N検出手段の出力との差分を演算する第6の減算手段と、

前記第2の演算手段の出力X'と前記第1の演算手段の出力W'との差分を演算する第7の減算手段と、

前記第6の減算手段の出力と前記第7の減算手段の出力の和E'を演算する第3の加算手段と、

前記第5の減算手段の出力F'と前記第3の加算手段の出力E'から $\Phi = \tan^{-1} \{ b^{E'} \sin F' / (1 + b^{E'} \cos F') \}$ を演算する第3の演算手段と、

前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力 Φ の和を演算する第4の加算手段とを備えることを特徴とする検波後ダイバーシチ受信回路。

【請求項6】 フェージングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1, 第2, 第3および第4の受信手段と、

前記各受信手段毎の受信信号対雜音電力比の対数値(対数の底はb, b:定数)を検出する第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段と、

前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1, 第2, 第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、

前記第2のS/N検出手段の出力と前記第1のS/N検出手段の出力との差分を演算する第1の減算手段と、

前記第4のS/N検出手段の出力と前記第3のS/N検出手段の出力との差分を演算する第2の減算手段と、

前記第1および第2の減算手段の出力をそれぞれ一定期間遅延させる第1および第2の遅延手段と、

前記第1および第2の減算手段の出力と前記第1および第2の遅延手段の出力の和G'およびI'をそれぞれ演算する第1および第2の加算手段と、

前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力との差分H'を演算する第3の減算手段と、

前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力との差分J'を演算する第4の減算手段と、

前記第1の加算手段の出力G'と前記第3の減算手段の出力H'から $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ b^{G'} \sin H' / (1 + b^{G'} \cos H') \}$ と $Y' = \log_b (\sin H' / \sin \phi_{1,2})$ を演算する第1の演算手段と、

前記第2の加算手段の出力I'と前記第4の減算手段の出力J'から $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ b^{I'} \sin J' / (1 + b^{I'} \cos J') \}$ と $Z' = \log_b (\sin J' / \sin \phi_{3,4})$ を演算する第2の演算手段と、

前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第3の加算手段と、

前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第4の加算手段と、

前記第4の加算手段の出力と前記第3の加算手段の出力との差分K'を演算する第5の減算手段と、

前記第4のS/N検出手段の出力と前記第2のS/N検出手段の出力との差分を演算する第6の減算手段と、

前記第6の減算手段の出力を一定期間遅延させる第3の遅延手段と、

前記第6の減算手段の出力と前記第3の遅延手段の出力の和を演算する第5の加算手段と、

前記第2の演算手段の出力Z'と前記第1の演算手段の出力Y'との差分を演算する第7の減算手段と、

前記第5の加算手段の出力と前記第7の減算手段の出力

の和 L' を演算する第6の加算手段と、

前記第5の減算手段の出力 K' と前記第6の加算手段の出力 L' から $\Phi' = \tan^{-1} \{ bL' \sin K' / (1 + bL' \cos K') \}$ を演算する第3の演算手段と、前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力 Φ' の和を演算する第7の加算手段とを備えることを特徴とした検波後ダイバーシチ受信回路。

【請求項7】 フェージングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1, 第2, 第3および第4の受信手段と、前記各受信手段毎の受信信号対雑音電力比の対数値(対数の底は b , b :定数)を検出する第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段と、前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1, 第2, 第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、

前記第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段の出力をそれぞれ一定期間遅延させる第1, 第2, 第3および第4の遅延手段と、

前記第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段の出力と前記第1, 第2, 第3および第4の遅延手段の出力の和をそれぞれ演算する第1, 第2, 第3および第4の加算手段と、

前記第2の加算手段の出力と前記第1の加算手段の出力との差分 G' を演算する第1の減算手段と、

前記第4の加算手段の出力と前記第3の加算手段の出力との差分 I' を演算する第2の減算手段と、

前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力との差分 H' を演算する第3の減算手段と、

前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力との差分 J' を演算する第4の減算手段と、

前記第1の減算手段の出力 G' と前記第3の減算手段の出力 H' から $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ b^G \sin H' / (1 + b^G \cos H') \}$ と $Y' = \log_b (\sin H' / \sin \phi_{1,2})$ を演算する第1の演算手段と、

前記第2の減算手段の出力 I' と前記第4の減算手段の出力 J' から $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ b^{I'} \sin J' / (1 + b^{I'} \cos J') \}$ と $Z' = \log_b (\sin J' / \sin \phi_{3,4})$ を演算する第2の演算手段と、

前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第5の加算手段と、

前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第6の加算手段と、

前記第6の加算手段の出力と前記第5の加算手段の出力との差分 K' を演算する第5の減算手段と、

前記第4の加算手段の出力と前記第2の加算手段の出力との差分を演算する第6の減算手段と、

前記第2の演算手段の出力 Z' と前記第1の演算手段の

出力 Y' との差分を演算する第7の減算手段と、

前記第6の減算手段の出力と前記第7の減算手段の出力の和 L' を演算する第7の加算手段と、

前記第5の減算手段の出力 K' と前記第7の加算手段の出力 L' から $\Phi = \tan^{-1} \{ bL' \sin K' / (1 + bL' \cos K') \}$ を演算する第3の演算手段と、

前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力 Φ の和を演算する第8の加算手段とを備えることを特徴とした検波後ダイバーシチ受信回路。

【請求項8】 フェージングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1, 第2, 第3および第4の受信手段と、

前記各受信手段毎の受信信号対雑音電力比の対数値(対数の底は b , b :定数)を検出する第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段と、前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1, 第2, 第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、

前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1, 第2, 第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、

前記第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段の出力をそれぞれ一定期間遅延させる第1, 第2, 第3および第4の遅延手段と、

前記第1, 第2, 第3および第4のS/N検出手段の出力と前記第1, 第2, 第3および第4の遅延手段の出力の和をそれぞれ演算する第1, 第2, 第3および第4の加算手段と、

前記第2の加算手段の出力と前記第1の加算手段の出力との差分 G' を演算する第1の減算手段と、

前記第4の加算手段の出力と前記第3の加算手段の出力との差分 I' を演算する第2の減算手段と、

前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力との差分 H' を演算する第3の減算手段と、

前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力との差分 J' を演算する第4の減算手段と、

前記第1の減算手段の出力 G' と前記第3の減算手段の出力 H' から $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ b^G \sin H' / (1 + b^G \cos H') \}$ と $Y' = \log_b (\sin H' / \sin \phi_{1,2})$ を演算する第1の演算手段と、

前記第2の減算手段の出力 I' と前記第4の減算手段の出力 J' から $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ b^{I'} \sin J' / (1 + b^{I'} \cos J') \}$ と $Z' = \log_b (\sin J' / \sin \phi_{3,4})$ を演算する第2の演算手段と、

前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第5の加算手段と、

前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第6の加算手段と、

前記第6の加算手段の出力と前記第5の加算手段の出力との差分 K' を演算する第5の減算手段と、

前記第4のS/N検出手段の出力と前記第2のS/N検

出手段の出力との差分を演算する第6の減算手段と、前記第6の減算手段の出力を一定期間遅延させる第5の遅延手段と、前記第6の減算手段の出力と前記第5の遅延手段の出力の和を演算する第7の加算手段と、前記第2の演算手段の出力 Z' と前記第1の演算手段の出力 Y' との差分を演算する第7の減算手段と、前記第7の加算手段の出力と前記第7の減算手段の出力の積 I' を演算する第7の加算手段と、前記第5の減算手段の出力 K' と前記第7の加算手段の出力 I' から $\Phi = \tan^{-1} \{ bL' \sin K' / (1 + bL' \cos K') \}$ を演算する第3の演算手段と、前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力 Φ の和を演算する第8の加算手段とを備えることを特徴とした検波後ダイバーシチ受信回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ディジタル位相変調信号のダイバーシチ受信方式において、特に検波後最大比合成ダイバーシチ受信回路に関する。

【0002】

【従来の技術】移動体通信等では、マルチバスフェーシングによる信号伝送特性の劣化を改善するため、空間、偏波、周波数あるいは時間的に独立な複数のブランチを用いて受信するダイバーシチ受信方式が用いられている。このダイバーシチ受信には複数種類の信号合成方式があるが、中でも受信 S/N に比例した重み係数を用いて各ブランチの復調出力の重み付け合成を行う検波後最大比合成ダイバーシチ方式は最も高いダイバーシチ利得が得られるため伝送品質改善に極めて効果的である。

【0003】図9は、受信信号レベルに応じて最大比合成を行う従来の検波後最大比合成ダイバーシチ受信回路の構成例を示す。変調信号は差動符号化されていないものとした。ここでは、ブランチ数4の空間ダイバーシチの例を示す。

【0004】図9において、アンテナ901, 902, 903, 904で受信された受信信号 $s901, s902, s903, s904$ は、それぞれ受信回路905, 906, 907, 908に入力される。受信回路(図では略号にてRXと表示)905, 906, 907, 908では、それぞれ受信信号の受信処理が行われる。受信処理された受信信号は復調回路(図では略号にてDEMと表示)909, 910, 911, 912で復調され、振幅が受信信号レベルに比例した復調ベクトル信号(複素信号) $s909, s910, s911, s912$ を出力する。

【0005】一般に、最大比合成を行うための各ブランチの復調信号への重み付けは受信信号電力対雑音電力比(S/N 比)に比例して行うことが最適であるが、雑音電力が受信回路の内部雑音で規定されかつ各ブランチの

雑音電力が同一である場合、受信信号レベルに比例して重み付けを行うことができる。受信信号レベルに比例した重み付けを行うために、復調回路では受信信号の振幅情報を失わずに復調を行う必要がある。

【0006】従来の検波後最大比合成ダイバーシチ合成回路では、復調回路909, 910, 911, 912において受信信号 $s901, s902, s903, s904$ に対し線形の検波演算を行うことにより振幅が受信信号レベルに比例した復調ベクトル信号(複素信号) $s909, s910, s911, s912$ つまり受信信号レベルにより重み付けされた復調信号を出力している。

【0007】出力された復調ベクトル信号 $s909, s910, s911, s912$ は加算回路913に入力される。加算回路913は入力された各ブランチの復調ベクトル信号を加算し、最大比合成出力として出力する。加算回路913から出力された信号は識別回路914によりシンボル判定が行われる。

【0008】このように、受信信号レベルに比例して復調信号に重み付けして合成することにより、受信レベル低下に伴う S/N 劣化を軽減でき、符号誤り率の小さい良好な受信品質が得られる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の構成例では、受信信号に対し線形の検波演算を行うことにより振幅が受信信号レベルに比例した復調ベクトル信号(複素信号)を出力している。通常、移動通信システムでは受信信号レベルは広いダイナミックレンジを有している。このため、線形の検波演算が必要となり、これを行うための回路の規模が極めて大きくなってしまい、ダイバーシチ受信回路全体の回路規模が増大してしまうという問題があった。

【0010】本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、低消費電力で、かつ、簡潔な構成の装置によって高い受信品質が得られる検波後ダイバーシチ受信装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、上述の課題は、前記特許請求の範囲に記した手段により解決される。

【0012】すなわち、請求項1に記載の発明は、フェーシングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1, 第2, 第3および第4の受信手段と、前記各受信手段毎の受信信号対雑音電力比を検出する第1, 第2, 第3および第4の S/N 検出手段と、前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1, 第2, 第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、

【0013】前記第2の S/N 検出手段の出力に対する前記第1の S/N 検出手段の出力の比 A を演算する第1

の除算手段と、前記第4のS/N検出手段の出力に対する前記第3のS/N検出手段の出力の比Cを演算する第2の除算手段と、前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力との差分Bを演算する第1の減算手段と、前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力の差分Dを演算する第2の減算手段と、

【0014】前記第1の除算手段の出力Aと前記第1の減算手段の出力Bから $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ A \sin B / (1 + A \cos B) \}$ と $W = \sin B / \sin \phi_{1,2}$ を演算する第1の演算手段と、前記第2の除算手段の出力Cと前記第2の減算手段の出力Dから $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ C \sin D / (1 + C \cos D) \}$ と $X = \sin D / \sin \phi_{3,4}$ を演算する第2の演算手段と、前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第1の加算手段と、

【0015】前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第2の加算手段と、前記第2の加算手段の出力と前記第1の加算手段の出力の差分Fを演算する第3の減算手段と、前記第4のS/N検出手段の出力に対する前記第2のS/N検出手段の出力の比を演算する第3の除算手段と、前記第2の演算手段の出力Xに対する前記第1の演算手段の出力Wの比を演算する第4の除算手段と、

【0016】前記第3の除算手段の出力と前記第4の除算手段の出力の積Eを演算する第1の乗算手段と、前記第3の減算手段の出力Fと前記第1の乗算手段の出力Eから $\Phi = \tan^{-1} \{ E \sin F / (1 + E \cos F) \}$ を演算する第3の演算手段と、前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力 Φ の和を演算する第3の加算手段とを備えることを特徴とした検波後ダイバーシチ受信回路である。

【0017】請求項2に記載の発明は、フェービングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1、第2、第3および第4の受信手段と、前記各受信手段毎の受信信号対雑音電力比を検出する第1、第2、第3および第4のS/N検出手段と、前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1、第2、第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、

【0018】前記第2のS/N検出手段の出力に対する前記第1のS/N検出手段の出力の比を演算する第1の除算手段と、前記第4のS/N検出手段の出力に対する前記第3のS/N検出手段の出力の比を演算する第2の除算手段と、前記第1および第2の除算手段の出力をそれぞれ一定期間遅延させる第1および第2の遅延手段と、

【0019】前記第1および第2の除算手段の出力と前記第1および第2の遅延手段の出力の積GおよびIをそれぞれ演算する第1および第2の乗算手段と、前記第2

の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力との差分Hを演算する第1の減算手段と、前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力の差分Jを演算する第2の減算手段と、

【0020】前記第1の乗算手段の出力Gと前記第1の減算手段の出力Hから $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ G \sin H / (1 + G \cos H) \}$ と $Y = \sin H / \sin \phi_{1,2}$ を演算する第1の演算手段と、前記第2の乗算手段の出力Iと前記第2の減算手段の出力Jから $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ I \sin J / (1 + I \cos J) \}$ と $Z = \sin J / \sin \phi_{3,4}$ を演算する第2の演算手段と、

【0021】前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第1の加算手段と、前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第2の加算手段と、前記第2の加算手段の出力と前記第1の加算手段の出力の差分Kを演算する第3の減算手段と、前記第4のS/N検出手段の出力に対する前記第2のS/N検出手段の出力の比を演算する第3の除算手段と、

【0022】該第3の除算手段の出力を一定期間遅延させる第3の遅延手段と、前記第3の除算手段の出力と前記第3の遅延手段の出力の積を演算する第3の乗算手段と、前記第2の演算手段の出力Zに対する前記第1の演算手段の出力Yの比を演算する第4の除算手段と、前記第3の乗算手段の出力と前記第4の除算手段の出力の積Lを演算する第4の乗算手段と、

【0023】前記第3の減算手段の出力Kと前記第4の乗算手段の出力Lから $\Phi = \tan^{-1} \{ L \sin K / (1 + L \cos K) \}$ を演算する第3の演算手段と、前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力 Φ の和を演算する第3の加算手段とを備えることを特徴とした検波後ダイバーシチ受信回路である。

【0024】請求項3に記載の発明は、フェービングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1、第2、第3および第4の受信手段と、前記各受信手段毎の受信信号対雑音電力比を検出する第1、第2、第3および第4のS/N検出手段と、前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1、第2、第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、

【0025】前記第1、第2、第3および第4のS/N検出手段の出力をそれぞれ一定期間遅延させる第1、第2、第3および第4の遅延手段と、前記第1、第2、第3および第4のS/N検出手段の出力と前記第1、第2、第3および第4の遅延手段の出力の積をそれぞれ演算する第1、第2、第3および第4の乗算手段と、前記第2の乗算手段の出力に対する前記第1の乗算手段の出力の比Gを演算する第1の除算手段と、

【0026】前記第4の乗算手段の出力に対する前記第3の乗算手段の出力の比Iを演算する第2の除算手段

と、前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力の差分Hを演算する第1の減算手段と、前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力の差分Jを演算する第2の減算手段と、

【0027】前記第1の除算手段の出力Gと前記第1の減算手段の出力Hから $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ G \sin H / (1 + G \cos H) \}$ と $Y = \sin H / \sin \phi_{1,2}$ を演算する第1の演算手段と、前記第2の除算手段の出力Iと前記第2の減算手段の出力Jから $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ I \sin J / (1 + I \cos J) \}$ と $Z = \sin J / \sin \phi_{3,4}$ を演算する第2の演算手段と、

【0028】前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第1の加算手段と、前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第2の加算手段と、前記第2の加算手段の出力と前記第1の加算手段の出力との差分Kを演算する第3の減算手段と、

【0029】前記第4の乗算手段の出力に対する前記第2の乗算手段の出力の比を演算する第3の除算手段と、前記第2の演算手段の出力Zに対する前記第1の演算手段の出力Yの比を演算する第4の除算手段と、前記第5の乗算手段の出力と前記第4の除算手段の出力の積Lを演算する第5の乗算手段と、

【0030】前記第3の減算手段の出力Kと前記第5の乗算手段の出力から $\Phi = \tan^{-1} \{ L \sin K / (1 + L \cos K) \}$ を演算する第3の演算手段と、前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力 Φ の和を演算する第3の加算手段とを備えることを特徴とした検波後ダイバーシチ受信回路である。

【0031】請求項4に記載の発明は、フェージングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1、第2、第3および第4の受信手段と、前記各受信手段毎の受信信号対雑音電力比を検出する第1、第2、第3および第4のS/N検出手段と、前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1、第2、第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、

【0032】前記第1、第2、第3および第4のS/N検出手段の出力をそれぞれ一定期間遅延させる第1、第2、第3および第4の遅延手段と、前記第1、第2、第3および第4のS/N検出手段の出力と前記第1、第2、第3および第4の遅延手段出力の積をそれぞれ演算する第1、第2、第3および第4の乗算手段と、前記第2の乗算手段の出力に対する前記第1の乗算手段の出力の比Gを演算する第1の除算手段と、

【0033】前記第4の乗算手段の出力に対する前記第3の乗算手段の出力の比Iを演算する第2の除算手段と、前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力の差分Hを演算する第1の減算手

段と、前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力との差分Jを演算する第2の減算手段と、

【0034】前記第1の除算手段の出力Gと前記第1の減算手段の出力Hから $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ G \sin H / (1 + G \cos H) \}$ と $Y = \sin H / \sin \phi_{1,2}$ を演算する第1の演算手段と、前記第2の除算手段の出力Iと前記第2の減算手段の出力Jから $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ I \sin J / (1 + I \cos J) \}$ と $Z = \sin J / \sin \phi_{3,4}$ を演算する第2の演算手段と、

【0035】前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第1の加算手段と、前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第2の加算手段と、前記第2の加算手段の出力と前記第1の加算手段の出力との差分Kを演算する第3の減算手段と、

【0036】前記第4のS/N検出手段の出力に対する前記第2のS/N検出手段の出力の比を演算する第3の除算手段と、前記第3の除算手段の出力を一定期間遅延させる第5の遅延手段と、前記第3の除算手段の出力と前記第5の遅延手段の出力の積を演算する第5の乗算手段と、前記第2の演算手段の出力Zに対する前記第1の演算手段の出力Yの比を演算する第4の除算手段と、

【0037】前記第3の除算手段の出力と前記第4の除算手段の出力の積Lを演算する第6の乗算手段と、前記第3の減算手段の出力Kと前記第6の乗算手段の出力Lから $\Phi = \tan^{-1} \{ L \sin K / (1 + L \cos K) \}$ を演算する第3の演算手段と、前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力 Φ の和を演算する第3の加算手段とを備えることを特徴とする検波後ダイバーシチ受信回路である。

【0038】請求項5に記載の発明は、フェージングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1、第2、第3および第4の受信手段と、前記各受信手段毎の受信信号対雑音電力比の対数値(対数の底はb, b:定数)を検出する第1、第2、第3および第4のS/N検出手段と、前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1、第2、第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、

【0039】前記第2のS/N検出手段の出力と前記第1のS/N検出手段の出力の差分A'を演算する第1の減算手段と、前記第4のS/N検出手段の出力と前記第3のS/N検出手段の出力の差分C'を演算する第2の減算手段と、前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力の差分B'を演算する第3の減算手段と、前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力の差分D'を演算する第4の減算手段と、

【0040】前記第1の除算手段の出力A'と前記第3

の減算手段の出力 B' から $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ b^A' \sin B' / (1 + b^A' \cos B') \}$ と $W' = \log_b (\sin B' / \sin \phi_{1,2})$ を演算する第1の演算手段と、前記第2の減算手段の出力 C' と前記第4の減算手段の出力 D' から $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ b^C' \sin D' / (1 + b^C' \cos D') \}$ と $X' = \log_b (\sin D' / \sin \phi_{3,4})$ を演算する第2の演算手段と、

【0041】前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第1の加算手段と、前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第2の加算手段と、前記第2の加算手段の出力と前記第1の加算手段の出力の差分 F' を演算する第5の減算手段と、

【0042】前記第4のS/N検出手段の出力と前記第2のS/N検出手段の出力の差分を演算する第6の減算手段と、前記第2の演算手段の出力 X' と前記第1の演算手段の出力 W' の差分を演算する第7の減算手段と、前記第6の減算手段の出力と前記第7の減算手段の出力の和 E' を演算する第3の加算手段と、

【0043】前記第5の減算手段の出力 F' と前記第3の加算手段の出力 E' から $\Phi = \tan^{-1} \{ b^F' \sin F' / (1 + b^F' \cos F') \}$ を演算する第3の演算手段と、前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力 Φ の和を演算する第4の加算手段とを備えることを特徴とする検波後ダイバーシチ受信回路である。

【0044】請求項6に記載の発明は、フェージングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1、第2、第3および第4の受信手段と、前記各受信手段毎の受信信号対雑音電力比の対数値(対数の底は b 、 b : 定数)を検出する第1、第2、第3および第4のS/N検出手段と、前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1、第2、第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、

【0045】前記第2のS/N検出手段の出力と前記第1のS/N検出手段の出力の差分を演算する第1の減算手段と、前記第4のS/N検出手段の出力と前記第3のS/N検出手段の出力の差分を演算する第2の減算手段と、前記第1および第2の減算手段の出力をそれぞれ一定期間遅延させる第1および第2の遅延手段と、

【0046】前記第1および第2の減算手段の出力と前記第1および第2の遅延手段の出力の和 G' および I' をそれぞれ演算する第1および第2の加算手段と、前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力の差分 H' を演算する第3の減算手段と、前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力の差分 J' を演算する第4の減算手段と、

【0047】前記第1の加算手段の出力 G' と前記第3

の減算手段の出力 H' から $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ b^G' \sin H' / (1 + b^G' \cos H') \}$ と $Y' = \log_b (\sin H' / \sin \phi_{1,2})$ を演算する第1の演算手段と、前記第2の加算手段の出力 I' と前記第4の減算手段の出力 J' から $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ b^{I'} \sin J' / (1 + b^{I'} \cos J') \}$ と $Z' = \log_b (\sin J' / \sin \phi_{3,4})$ を演算する第2の演算手段と、

【0048】前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第3の加算手段と、前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第4の加算手段と、前記第4の加算手段の出力と前記第3の加算手段の出力の差分 K' を演算する第5の減算手段と、

【0049】前記第4のS/N検出手段の出力と前記第2のS/N検出手段の出力の差分を演算する第6の減算手段と、前記第6の減算手段の出力を一定期間遅延させる第3の遅延手段と、前記第6の減算手段の出力と前記第3の遅延手段の出力の和を演算する第5の加算手段と、前記第2の演算手段の出力 Z' と前記第1の演算手段の出力 Y' の差分を演算する第7の減算手段と、

【0050】前記第5の加算手段の出力と前記第7の減算手段の出力の和 L' を演算する第6の加算手段と、前記第5の減算手段の出力 K' と前記第6の加算手段の出力 L' から $\Phi' = \tan^{-1} \{ b^{L'} \sin K' / (1 + b^{L'} \cos K') \}$ を演算する第3の演算手段と、前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力 Φ' の和を演算する第7の加算手段とを備えることを特徴とした検波後ダイバーシチ受信回路である。

【0051】請求項7に記載の発明は、フェージングに対して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1、第2、第3および第4の受信手段と、前記各受信手段毎の受信信号対雑音電力比の対数値(対数の底は b 、 b : 定数)を検出する第1、第2、第3および第4のS/N検出手段と、前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1、第2、第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、

【0052】前記第1、第2、第3および第4のS/N検出手段の出力をそれぞれ一定期間遅延させる第1、第2、第3および第4の遅延手段と、前記第1、第2、第3および第4のS/N検出手段の出力と前記第1、第2、第3および第4の遅延手段の出力の和をそれぞれ演算する第1、第2、第3および第4の加算手段と、

【0053】前記第2の加算手段の出力と前記第1の加算手段の出力の差分 G' を演算する第1の減算手段と、前記第4の加算手段の出力と前記第3の加算手段の出力の差分 I' を演算する第2の減算手段と、前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力の差分 H' を演算する第3の減算手段と、前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力の差分 J' を演算する第4の減算手段と、

の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力の差分 J' を演算する第4の減算手段と、

【0054】前記第1の減算手段の出力 G' と前記第3の減算手段の出力 H' から $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ b^G' \sin H' / (1 + b^G' \cos H') \}$ と $Y' = \log_b (\sin H' / \sin \phi_{1,2})$ を演算する第1の演算手段と、前記第2の減算手段の出力 I' と前記第4の減算手段の出力 J' から $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ b^I' \sin J' / (1 + b^I' \cos J') \}$ と $Z' = \log_b (\sin J' / \sin \phi_{3,4})$ を演算する第2の演算手段と、

【0055】前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第5の加算手段と、前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第6の加算手段と、前記第6の加算手段の出力と前記第5の加算手段の出力の差分 K' を演算する第5の減算手段と、

【0056】前記第4の加算手段の出力と前記第2の加算手段の出力の差分を演算する第6の減算手段と、前記第2の演算手段の出力 Z' と前記第1の演算手段の出力 Y' の差分を演算する第7の減算手段と、前記第6の減算手段の出力と前記第7の減算手段の出力の和 L' を演算する第7の加算手段と、

【0057】前記第5の減算手段の出力 K' と前記第7の加算手段の出力 L' から $\Phi = \tan^{-1} \{ b^{L'} \sin K' / (1 + b^{L'} \cos K') \}$ を演算する第3の演算手段と、前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力 Φ の和を演算する第8の加算手段とを備えることを特徴とした検波後ダイバーシチ受信回路である。

【0058】請求項8に記載の発明は、フェーリングに對して互いに独立な4系統のディジタル位相変調信号をそれぞれ受信する第1、第2、第3および第4の受信手段と、前記各受信手段毎の受信信号対雑音電力比の対数値（対数の底は b 、 b ：定数）を検出する第1、第2、第3および第4のS/N検出手段と、前記各受信手段毎の復調位相を出力する第1、第2、第3および第4の復調位相検出手段とを備えた検波後ダイバーシチ受信回路において、

【0059】前記第1、第2、第3および第4のS/N検出手段の出力をそれぞれ一定期間遅延させる第1、第2、第3および第4の遅延手段と、前記第1、第2、第3および第4のS/N検出手段の出力と前記第1、第2、第3および第4の遅延手段の出力の和をそれぞれ演算する第1、第2、第3および第4の加算手段と、前記

$$MRC(t) = \sum_{i=1}^4 SNR_i(t) \exp \{ j\theta_i(t) \}$$

ただし、 SNR_i はブランチ i の信号電力対雑音電力比、 θ_i はブランチ i の復調位相である。雑音電力が受信回路の内部雑音で規定されかつ各ブランチの雑音電力が同

第2の加算手段の出力と前記第1の加算手段の出力の差分 G' を演算する第1の減算手段と、

【0060】前記第4の加算手段の出力と前記第3の加算手段の出力の差分 I' を演算する第2の減算手段と、前記第2の復調位相検出手段の出力と前記第1の復調位相検出手段の出力の差分 H' を演算する第3の減算手段と、前記第4の復調位相検出手段の出力と前記第3の復調位相検出手段の出力の差分 J' を演算する第4の減算手段と、

【0061】前記第1の減算手段の出力 G' と前記第3の減算手段の出力 H' から $\phi_{1,2} = \tan^{-1} \{ b^G' \sin H' / (1 + b^G' \cos H') \}$ と $Y' = \log_b (\sin H' / \sin \phi_{1,2})$ を演算する第1の演算手段と、前記第2の減算手段の出力 I' と前記第4の減算手段の出力 J' から $\phi_{3,4} = \tan^{-1} \{ b^I' \sin J' / (1 + b^I' \cos J') \}$ と $Z' = \log_b (\sin J' / \sin \phi_{3,4})$ を演算する第2の演算手段と、

【0062】前記第1の復調位相検出手段の出力と前記第1の演算手段の出力 $\phi_{1,2}$ の和を演算する第5の加算手段と、前記第3の復調位相検出手段の出力と前記第2の演算手段の出力 $\phi_{3,4}$ の和を演算する第6の加算手段と、前記第6の加算手段の出力と前記第5の加算手段の出力の差分 K' を演算する第5の減算手段と、前記第4のS/N検出手段の出力と前記第2のS/N検出手段の出力の差分を演算する第6の減算手段と、

【0063】前記第6の減算手段の出力を一定期間遅延させる第5の遅延手段と、前記第6の減算手段の出力と前記第5の遅延手段の出力の和を演算する第7の加算手段と、前記第2の演算手段の出力 Z' と前記第1の演算手段の出力 Y' の差分を演算する第7の減算手段と、前記第7の加算手段の出力と前記第7の減算手段の出力の積 L' を演算する第7の加算手段と、

【0064】前記第5の減算手段の出力 K' と前記第7の加算手段の出力 L' から $\Phi = \tan^{-1} \{ b^{L'} \sin K' / (1 + b^{L'} \cos K') \}$ を演算する第3の演算手段と、前記第1の加算手段の出力と前記第3の演算手段の出力 Φ の和を演算する第8の加算手段とを備えることを特徴とした検波後ダイバーシチ受信回路である。

【0065】一般に、4ブランチの検波後最大比合成出力 MRC は、“数1”で示す式（1）のように表される。

【0066】

【数1】

… (1)

一であると仮定すると、式（1）は“数2”で示す式（2）のように表される。

【0067】

【数2】

$$MRC(t) = \sum_{i=1}^4 a_i(t) \exp \{j\theta_i(t)\} \quad \dots (2)$$

変調信号がディジタル位相変調信号の場合、MRCの位相 $\arg(MRC)$ をシンボル判定することにより復調が行われる。MRCの位相 $\arg(MRC)$ は式(3)

$$\arg(MRC(t)) = \Phi(t) + \phi_{1,2}(t) + \theta_1(t) \quad \dots (3)$$

ただし、式(3)の、 $\phi(t)$ は“数3”に示すとおりである。 【0068】 【0069】 【数3】

$$\Phi(t) = \tan^{-1} \left(C(t) \cdot \frac{\sin D(t)}{1 + C(t) \cos D(t)} \right),$$

$$C(t) = \frac{r_{3,4}(t)}{r_{1,2}(t)}, \quad D(t) = \left\{ \phi_{3,4}(t) + \theta_3(t) \right\} - \left\{ \phi_{1,2}(t) + \theta_1(t) \right\},$$

$$r_{m,n}(t) = \frac{a_n(t) \sin(\theta_n(t) - \theta_m(t))}{\sin(\phi_{m,n}(t))},$$

$$\phi_{m,n}(t) = \tan^{-1} \left(A_{m,n}(t) \cdot \frac{\sin B_{m,n}(t)}{1 + A_{m,n}(t) \cos B_{m,n}(t)} \right),$$

$$A_{m,n}(t) = \frac{a_n(t)}{a_m(t)}, \quad B_{m,n}(t) = \theta_n(t) - \theta_m(t)$$

【0070】“数3”において $a_i(t)$ は時刻 t におけるプランチ i の受信信号電力レベル、 $\theta_i(t)$ は時刻 t におけるプランチ i の復調位相、
(m, n) = (1, 2), (3, 4)

である。

【0071】図10に上述の信号の関係をベクトルを用いて複素平面上で表した。なお、時刻 t におけるプランチ i の受信電界強度レベル $x_i(t)$ とすると、変調信号が差動符号化されていない場合には受信信号電力レベル $a_i(t)$ は $x_i(t)$ に等しく、変調信号が差動符号化されている場合には受信信号電力レベル $a_i(t)$ は $x_i(t) \times x_i(t-T)$ に等しい。

【0072】請求項1の発明では、変調信号が差動符号化されておらず、かつ、S/N検出手段の出力が受信信号対雑音電力比に比例した線形出力である場合、請求項2、請求項3および請求項4の発明では、変調信号が差動符号化されとおり、かつ、S/N検出手段の出力が受信信号対雑音電力比に比例した線形出力である場合、請求項5の発明では、変調信号が差動符号化されておら

のように表すことができる。

【0068】

$$\arg(MRC(t)) = \Phi(t) + \phi_{1,2}(t) + \theta_1(t) \quad \dots (3)$$

【0069】

【数3】

ず、かつ、S/N検出手段の出力が受信信号対雑音電力比の対数をとった非線形出力である場合、

【0073】請求項6、請求項7および請求項8の発明では、変調信号が差動符号化されており、かつ、S/N検出手段の出力が受信信号対雑音電力比の対数をとった非線形出力である場合に出力端子に $\arg(MRC)$ が出力される。このため本発明による検波後ダイバーシチ受信回路は、従来の構成例で用いたような受信レベルに比例した線形の検波演算を行わないため小さい回路規模で最大比合成ダイバーシチ受信装置を実現することができる。

【0074】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照してこの発明を実際にはどのように実施するかについて説明する。なお、以下の文中と図中の [] 内の数式は当該信号が保持している値を表している。図1は、この発明の実施の形態の第1の例を示すブロック図である。なお、図1は変調信号が差動符号化されておらず、かつ、受信電界強度検出手回路の出力が受信電界強度に比例した線形出力で

ある場合の構成例である。（この例は請求項1の発明に対応する）

【0075】同図において、数字符号101～104はアンテナ、105～108は受信回路（RX）、109～112は受信電界強度検出回路（RSSI）、113～116は復調回路（DEM）、117, 118, 126は減算回路（-）、119, 120, 125は除算回路（÷）、121, 122, 129は演算回路（O P）、123, 124, 130は加算回路（+）、128は乗算回路（×）、131は識別回路（DEC）を表わしている。

【0076】図においては、上記括弧内の英字による略号あるいは記号を該当ブロック内に表示している。これは、以降に説明する他の図においても同様である。また、以下の説明では、例えば、アンテナ101の出力信号であればs101、また受信回路105の出力信号であればs105のように、該当する回路ブロックを示す数字符号の前にsを付してその出力信号を表わしている。

【0077】図1において、アンテナ101, 102, 103, 104で受信された受信信号s101, s102, s103, s104は、それぞれ受信回路105, 106, 107, 108に入力される。受信回路105, 106, 107, 108は、それぞれ受信信号の受信処理を行う。受信処理された受信信号は、それぞれ復調回路113, 114, 115, 116に入力される。

【0078】復調回路113, 114, 115, 116は、入力された受信処理後の受信信号を位相検波し、復調位相信号s113 [θ₁ (t)], s114 [θ₂ (t)], s115 [θ₃ (t)], s116 [θ₄ (t)]を出力する。出力される復調位相信号s113, s114, s115, s116はスカラー信号であり、復調回路113, 114, 115, 116は線形の検波演算を行わない。また、受信信号s101, s102, s103, s104はそれぞれ受信電界強度検出回路109, 110, 111, 112に入力され、各受信信号の受信電界強度が検出される。

【0079】受信電界強度検出回路109, 110, 111, 112は、それぞれの受信信号の振幅に比例した受信電界強度信号s109 [x₁ (t)], s110 [x₂ (t)], s111 [x₃ (t)], s112 [x₄ (t)]をそれぞれ出力する。受信電界強度検出回路109, 110から出力された受信電界強度信号s109, s110は除算回路119に入力される。除算回路119は、受信電界強度信号s110に対する受信電界強度信号s109の比を演算し、除算結果信号s119 [A (t) = x₂ (t) / x₁ (t)]を出力する。

【0080】受信電界強度検出回路111, 112から出力された受信電界強度信号s111, s112は除算

回路120に入力される。除算回路120は、受信電界強度信号s112に対する受信電界強度信号s111の比を演算し、除算結果信号s120 [C (t) = x₄ (t) / x₃ (t)]を出力する。変調信号は差動符号化されていないため、x₁ (t) = a₁ (t), x₂ (t) = a₂ (t), x₃ (t) = a₃ (t), x₄ (t) = a₄ (t)である。

【0081】一方、復調位相信号s113およびs114は減算回路117に入力される。減算回路117は、復調位相信号s114から復調位相信号s113を減算し、減算結果信号s117 [B (t) = θ₂ (t) - θ₁ (t)]を出力する。復調位相信号s115, s116は減算回路118に入力される。減算回路118は、復調位相信号s116から復調位相信号s115を減算し、減算結果信号s118 [D (t) = θ₄ (t) - θ₃ (t)]を出力する。減算結果信号s119, s117は演算回路121に入力される。

【0082】また、減算結果信号s120, s118は演算回路122に入力される。演算回路121は、 $t \tan^{-1} \{ A(t) \sin B(t) / (1 + A(t) \cos B(t)) \}$ を演算し、演算結果信号s121_a [ϕ_{1,2} (t)]を出力する。同時に、演算回路121は $\sin B(t) / \sin \phi_{1,2} (t)$ を演算し、演算結果信号s121_b [sin B(t) / sin ϕ_{1,2} (t)]を出力する。演算回路122は $\tan^{-1} \{ C(t) \sin D(t) / (1 + C(t) \cos D(t)) \}$ を演算し、演算結果信号s122_a [ϕ_{3,4} (t)]を出力する。

【0083】同時に、演算回路122は $\sin D / \sin \phi_{3,4}$ を演算し、演算結果信号s122_b [sin D (t) / sin ϕ_{3,4} (t)]を出力する。出力された演算結果信号s121_aと復調位相s113は加算回路123に入力される。演算結果信号s122_aと復調位相s115は加算回路124に入力される。加算回路123では入力された演算結果信号s121_aと復調位相信号s113を加算し、加算結果信号s123 [ϕ_{1,2} (t) + θ₁ (t)]を出力する。

【0084】加算回路124では入力された演算結果信号s122_aと復調位相信号s115を加算し、加算結果信号s124 [ϕ_{3,4} (t) + θ₃ (t)]を出力する。加算結果信号s124と加算結果信号s123は減算回路126に入力される。減算回路126は入力された加算結果信号s124と加算結果信号s123の差分を演算し、減算結果信号s126 [F (t) = {ϕ_{3,4} (t) + θ₃ (t)} - {θ_{1,2} (t) + θ₁ (t)}]を出力する。

【0085】一方、演算結果信号s121_bおよびs122_bは除算回路125に入力される。除算回路125は、入力された演算結果信号s122_bに対する演算結果信号s121_bの比を演算し、除算結果信号

$s125 [\sin D(t) \sin \phi_{1,2}(t) / \sin B(t) \sin \phi_{3,4}(t)]$ を出力する。受信電界強度信号 $s110$ および $s112$ は除算回路 127 に入力される。

【0086】除算回路 127 は入力された受信電界強度信号 $s112$ に対する受信電界強度信号 $s110$ の比を演算し、除算結果信号 $s127 [x_4 / x_2]$ を出力する。除算結果信号 $s127$ および除算結果信号 $s125$ は乗算回路 128 に入力される。乗算回路 128 は除算結果信号 $s127$ と除算結果信号 $s125$ の積を演算し、乗算結果信号 $s128 [E(t) = r_{3,4}(t) / r_{1,2}(t)]$ を出力する。

【0087】乗算結果信号 $s128$ と減算結果信号 $s126$ は演算回路 129 に入力される。演算回路 129 は $\tan^{-1} \{ E(t) \sin F(t) / (1+E(t) \cos F(t)) \}$ を演算し、演算結果信号 $s129 [\Phi(t)]$ を出力する。演算結果信号 $s129$ と加算結果信号 $s123$ は加算回路 130 に入力される。

【0088】加算回路 130 は、演算結果信号 $s129$ と加算結果信号 $s123$ の和を演算し、加算結果信号 $s130 [MRC(t) = \Phi(t) + \phi_{1,2}(t) + \theta_1(t)]$ を出力する。出力された加算結果信号 $s130$ は識別回路 131 に入力される。識別回路 131 は入力された加算結果信号 $s130$ のシンボル判定を行い受信信号として出力する。

【0089】図2は、この発明の実施の形態の第2の例を示すブロック図である。なお、図2は変調信号が差動符号化されかつ受信電界強度検出回路の出力が受信電界強度に比例した線形出力である場合の構成例である。

(この例は請求項2の発明に対応する)

【0090】図2において、アンテナ $201, 202, 203, 204$ で受信された受信信号 $s201, s202, s203, s204$ は、それぞれ受信回路 $205, 206, 207, 208$ に入力される。受信回路 $205, 206, 207, 208$ は、それぞれ受信信号の受信処理を行う。受信処理された受信信号は、それぞれ復調回路 $213, 214, 215, 216$ に入力される。

【0091】復調回路 $213, 214, 215, 216$ は、入力された受信処理後の受信信号を位相検波し、復調位相信号 $s213 [\phi_1(t)], s214 [\phi_2(t)], s215 [\phi_3(t)], s216 [\phi_4(t)]$ を出力する。出力される復調位相信号 $s213, s214, s215, s216$ はスカラー信号であり、復調回路 $213, 214, 215, 216$ は線形の検波演算を行わない。

【0092】また、受信信号 $s201, s202, s203, s204$ はそれぞれ受信電界強度検出回路 $209, 210, 211, 212$ に入力され、各受信信号の受信電界強度が検出される。受信電界強度検出回路 $209, 210, 211, 212$ は、それぞれの受信信号の

振幅に比例した受信電界強度信号 $s209 [x_1(t)], s210 [x_2(t)], s211 [x_3(t)], s212 [x_4(t)]$ をそれぞれ出力する。

【0093】受信電界強度検出回路 $209, 210$ から出力された受信電界強度信号 $s209, s210$ は除算回路 219 に入力される。除算回路 219 は、受信電界強度信号 $s210$ に対する受信電界強度信号 $s209$ の比を演算し、除算結果信号 $s219$ を出力する。受信電界強度検出回路 $211, 212$ から出力された受信電界強度信号 $s211, s212$ は除算回路 220 に入力される。

【0094】除算回路 220 は、受信電界強度信号 $s212$ に対する受信電界強度信号 $s211$ の比を演算し、除算結果信号 $s220$ を出力する。変調信号は差動符号化されていないため、 $x_1(t) = a_1(t), x_2(t) = a_2(t), x_3(t) = a_3(t), x_4(t) = a_4(t)$ である。除算結果信号 $s219$ および $s220$ はそれぞれ遅延回路 $232, 233$ に入力されるとともに乗算回路 $234, 235$ にも入力される。

【0095】遅延回路 $232, 233$ は入力された除算結果信号を T (T : シンボル間隔) だけ遅延させ、遅延信号 $s232, s233$ として出力する。遅延信号 $s232, s233$ はそれぞれ乗算回路 $234, 235$ に入力される。乗算回路 234 は除算結果信号 $s219$ と遅延信号 $s232$ の積を演算し、乗算結果信号 $s234 [G(t) = x_2(t-T) x_2(t) / x_1(t-T) x_1(t)]$ を出力する。

【0096】乗算回路 235 は除算結果信号 $s220$ と遅延信号 $s233$ の積を演算し、乗算結果信号 $s235 [I(t) = x_4(t-T) x_4(t) / x_3(t-T) x_3(t)]$ を出力する。一方、復調位相信号 $s213$ および $s214$ は減算回路 217 に入力される。減算回路 217 は、復調位相信号 $s214$ から復調位相信号 $s213$ を減算し、減算結果信号 $s217 [H(t) = \theta_2(t) - \theta_1(t)]$ を出力する。

【0097】復調位相信号 $s215, s216$ は減算回路 218 に入力される。減算回路 218 は、復調位相信号 $s216$ から復調位相信号 $s215$ を減算し、減算結果信号 $s218 [J(t) = \theta_4(t) - \theta_3(t)]$ を出力する。減算結果信号 $s234, s217$ は演算回路 221 に入力される。また、減算結果信号 $s235, s218$ は演算回路 222 に入力される。

【0098】演算回路 221 は $\tan^{-1} \{ G(t) \sin H(t) / (1+G(t) \cos H(t)) \}$ を演算し、演算結果信号 $s221_a [\phi_{1,2}(t)]$ を出力する。同時に、演算回路 221 は $\sin H(t) / \sin \phi_{1,2}(t)$ を演算し、演算結果信号 $s221_b [\sin H(t) / \sin \phi_{1,2}(t)]$ を出力する。演算回路 222 は $\tan^{-1} \{ I(t) \sin J(t) /$

$(1 + I(t) \cos J(t))$ を演算し、演算結果信号 $s_{222_a} [\phi_{3,4}(t)]$ を出力する。

【0099】同時に、演算回路222は $\sin J(t) / \sin \phi_{3,4}(t)$ を演算し、演算結果信号 $s_{222_b} [\sin J(t) / \sin \phi_{3,4}(t)]$ を出力する。出力された演算結果信号 s_{221_a} と復調位相 s_{213} は加算回路223に入力される。演算結果信号 s_{222_a} と復調位相 s_{215} は加算回路224に入力される。

【0100】加算回路223は入力された演算結果信号 s_{221_a} と復調位相信号 s_{213} を加算し、加算結果信号 $s_{223} [\phi_{1,2}(t) + \theta_1(t)]$ を出力する。加算回路224は入力された演算結果信号 s_{222_a} と復調位相信号 s_{215} を加算し、加算結果信号 $s_{224} [\phi_{3,4}(t) + \theta_3(t)]$ を出力する。加算結果信号 s_{224} と加算結果信号 s_{223} は減算回路226に入力される。

【0101】減算回路226は入力された加算結果信号 s_{224} と加算結果信号 s_{223} の差分を演算し、減算結果信号 $s_{226} [K(t) = \{\phi_{3,4}(t) + \theta_3(t)\} - \{\phi_{1,2}(t) + \theta_1(t)\}]$ を出力する。一方、演算結果信号 s_{221_b} および s_{222_b} は除算回路225に入力される。除算回路225は、入力された演算結果信号 s_{222_b} に対する演算結果信号 s_{221_b} の比を演算し、除算結果信号 $s_{225} [\sin J(t) \sin \phi_{1,2}(t) / \sin \phi_{3,4}(t)]$ を出力する。

【0102】受信電界強度信号 s_{210} および s_{212} は除算回路227に入力される。除算回路227は入力された受信電界強度信号 s_{212} に対する受信電界強度信号 s_{210} の比を演算し、除算結果信号 s_{227} を出力する。除算結果信号 s_{227} は遅延回路336に入力されるとともに乘算回路237に入力される。

【0103】遅延回路336は入力された除算結果信号をTだけ遅延させ、遅延信号 s_{236} として出力する。遅延信号 s_{236} はそれぞれ乘算回路237に入力される。乘算回路237は除算結果信号 s_{227} と遅延信号 s_{236} の積を演算し、乘算結果信号 s_{237} を出力する。乘算結果信号 s_{237} および除算結果信号 s_{225} は乘算回路228に入力される。

【0104】乘算回路228は除算結果信号 s_{227} と除算結果信号 s_{225} の積を演算し、乘算結果信号 $s_{228} [L(t)]$ を出力する。乘算結果信号 s_{228} と減算結果信号 s_{226} は演算回路229に入力される。演算回路229は $\tan^{-1} \{L(t) \sin K(t) / (1 + L(t) \cos K(t))\}$ を演算し、演算結果信号 $s_{229} [\Phi(t)]$ を出力する。

【0105】演算結果信号 s_{229} と加算結果信号 s_{223} は加算回路230に入力される。加算回路230は演算結果信号 s_{229} と加算結果信号 s_{223} の和を演

算し、加算結果信号 $s_{230} [MRC(t) = \Phi(t) + \phi_{1,2}(t) + \theta_1(t)]$ を出力する。出力された加算結果信号 s_{230} は識別回路231に入力される。識別回路231は入力された加算結果信号 s_{230} のシンボル判定を行い受信信号として出力する。

【0106】図3は、この発明の実施の形態の第3の例を示すブロック図である。なお、図3は変調信号が差動符号化されずかつ受信電界強度検出回路の出力が受信電界強度に比例した線形出力である場合の構成例である。

(この例は請求項3の発明に対応する)この例における検波後ダイバーシチ受信回路の動作について、先に説明した第2の例の場合と異なる部分について、以下に説明する。

【0107】すなわち、第2の例では受信電界強度検出回路209, 210の出力信号である受信電界強度信号 s_{209} , s_{210} は除算回路219へ、また、受信電界強度検出回路211, 212の出力信号である受信電界強度信号 s_{211} , s_{212} は除算回路220へ入力されていたが、本例では、受信電界強度信号 s_{209} , s_{210} , s_{211} , s_{212} はそれぞれ遅延回路332, 336, 333, 338に入力されるとともに乗算回路334, 337, 335, 339に入力されている。

【0108】遅延回路332, 336, 333, 338では、入力された受信電界強度信号 s_{209} , s_{210} , s_{211} , s_{212} をそれぞれTだけ遅延させ、遅延信号 s_{332} , s_{336} , s_{333} , s_{338} を出力する。遅延信号 s_{332} , s_{336} , s_{333} , s_{338} はそれぞれ乗算回路334, 337, 335, 339に入力される。乗算回路334, 337, 335, 339はそれぞれ遅延信号 s_{332} , s_{336} , s_{333} , s_{338} と受信電界強度信号 s_{209} , s_{210} , s_{211} , s_{212} の積をそれぞれ演算し、乗算結果信号 s_{334} , s_{337} , s_{335} , s_{339} を出力する。

【0109】乗算結果信号 s_{334} , s_{337} は除算回路319に、また、乗算結果信号 s_{335} , s_{339} は除算回路320にそれぞれ入力される。除算回路319, 320では、乗算結果信号 s_{337} および s_{339} にたいする乗算結果信号 s_{334} および s_{335} の比をそれぞれ演算し、除算結果信号 $s_{319} [G(I)]$, $s_{320} [I(t)]$ をそれぞれ出力する。除算結果信号 s_{319} および s_{320} は演算回路221および222にそれぞれ入力される。

【0110】以上の動作以外は、先に説明した実施の形態の第2の例の場合と同様である。図4は、この発明の実施の形態の第4の例を示すブロック図である。なお、図4は変調信号が差動符号化されずかつ受信電界強度検出回路の出力が受信電界強度に比例した線形出力である場合の構成例である。(この例は請求項4の発明に対応する)この例における検波後ダイバーシチ受信回路の動

作について、先に説明した第3の例の場合と異なる部分について、以下に説明する。

【0111】すなわち、第3の例では受信電界強度信号210, 212の出力信号である受信電界強度信号s210[x₂(t)], s212[x₄(t)]が除算回路に入力されていたが、本例では受信電界強度信号s210[x₂(t)], s212[x₄(t)]は除算回路には入力されていない。除算回路427には、乗算回路337, 339の出力信号である乗算結果信号s337[x₂(t-T)x₂(t)], s339[x₄(t-T)x₄(t)]が入力されている。

【0112】除算回路427は乗算結果信号s339に対する乗算結果信号s337の比を演算し、除算結果信号s427[x₄(t-T)x₄(t)/x₂(t-T)x₂(t)]を出力する。除算結果信号s427は乗算回路228に入力される。乗算回路228は除算結果信号s427と除算結果信号s225の比を演算し、除算結果信号s228[L'(t)]を出力する。

【0113】以上の動作以外は、先に説明した実施の形態の第3の例の場合と同様である。図5は、この発明の実施の形態の第5の例を示すブロック図である。なお、図5は変調信号が差動符号化されずかつ受信電界強度検出回路の出力が受信電界強度の対数をとった非線形出力である場合の構成例である。(この例は請求項5の発明に対応する)

【0114】図5において、アンテナ501, 502, 503, 504で受信された受信信号s501, s502, s503, s504は、それぞれ受信回路505, 506, 507, 508に入力される。受信回路505, 506, 507, 508は、それぞれ受信信号の受信処理を行う。受信処理された受信信号は、それぞれ復調回路513, 514, 515, 516に入力される。

【0115】復調回路513, 514, 515, 516は、入力された受信処理後の受信信号を位相検波し、復調位相信号s513[θ₁(t)], s514[θ₂(t)], s515[θ₃(t)], s516[θ₄(t)]を出力する。出力される復調位相信号s513, s514, s515, s516はスカラー信号であり、復調回路513, 514, 515, 516は線形の検波演算を行わない。

【0116】また、受信信号s501, s502, s503, s504はそれぞれ受信電界強度検出回路509, 510, 511, 512に入力され、各受信信号の受信電界強度の対数値(底はb, b:定数)が検出される。受信電界強度検出回路509, 510, 511, 512は、それぞれの受信信号の振幅の対数値に比例した受信電界強度信号s509[log_bx₁(t)], s510[log_bx₂(t)], s511[log_bx₃(t)], s512[log_bx₄(t)]をそれぞれ出力する。

【0117】受信電界強度検出回路509, 510から出力された受信電界強度信号s509, s510は減算回路519に入力される。減算回路519は、受信電界強度信号s510と受信電界強度信号s509の差分を演算し、減算結果信号s519[A'(t) = log_b{x₂(t)/x₁(t)}]を出力する。受信電界強度検出回路511, 512から出力された受信電界強度信号s511, s512は減算回路520に入力される。

【0118】減算回路520は、受信電界強度信号s512と受信電界強度信号s511の差分を演算し、減算結果信号s520[C'(t) = log_b{x₄(t)/x₃(t)}]を出力する。変調信号は差動符号化されていないため、x₁(t) = a₁(t), x₂(t) = a₂(t), x₃(t) = a₃(t), x₄(t) = a₄(t)である。一方、復調位相信号s513およびs514は減算回路517に入力される。

【0119】減算回路517は、復調位相信号s514から復調位相信号s513を減算し、減算結果信号s517[B'(t) = θ₂(t) - θ₁(t)]を出力する。復調位相信号s515, s516は減算回路518に入力される。減算回路518は、復調位相信号s516から復調位相信号s515を減算し、減算結果信号s518[D'(t) = θ₄(t) - θ₃(t)]を出力する。減算結果信号s519, s517は演算回路521に入力される。

【0120】また、減算結果信号s520, s518は演算回路522に入力される。演算回路521は、tan⁻¹{A'(t)sinB'(t)/(1+A'(t)cosB'(t))}を演算し、演算結果信号s521_a[φ_{1,2}(t)]を出力する。同時に、演算回路521はlog_b{sinB'(t)/sinφ_{1,2}(t)}を演算し、演算結果信号s521_b[log_b{sinB'(t)/sinφ_{1,2}(t)}]を出力する。

【0121】演算回路521はtan⁻¹{C'(t)sinD'(t)/(1+C'(t)cosD'(t))}を演算し、演算結果信号s522_a[φ_{3,4}(t)]を出力する。同時に、演算回路522はlog_b{sinD'(t)/sinφ_{3,4}(t)}を演算し、演算結果信号s522_b[log_b{sinD'(t)/sinφ_{3,4}(t)}]を出力する。出力された演算結果信号s521_aと復調位相s513は加算回路523に入力される。

【0122】演算結果信号s522_aと復調位相s515は、加算回路524に入力される。加算回路523では入力された演算結果信号s521_aと復調位相信号s513を加算し、加算結果信号s523[φ_{1,2}(t) + θ₁(t)]を出力する。加算回路524では入力された演算結果信号s522_aと復調位相信

号s515を加算し、加算結果信号s524 [$\phi_{3,4}(t) + \theta_3(t)$]を出力する。

【0123】加算結果信号s524と加算結果信号s523は減算回路526に入力される。減算回路526は入力された加算結果信号s524と加算結果信号s523の差分を演算し、減算結果信号s526 [$F'(t) = \{\phi_{3,4}(t) + \theta_3(t)\} - \{\theta_{1,2}(t) + \theta_1(t)\}$]を出力する。一方、演算結果信号s521_bおよびs522_bは減算回路525に入力される。

【0124】減算回路525は、入力された演算結果信号s522_bと演算結果信号s521_bの差分を演算し、減算結果信号s525 [$\log_b \{ \sin D'(\t) \sin \phi_{1,2}(\t) / \sin B'(\t) \sin \phi_{3,4}(\t) \}$]を出力する。受信電界強度信号s510およびs512は減算回路527に入力される。減算回路527は入力された受信電界強度信号s512と受信電界強度信号s510の差分を演算し、減算結果信号s527 [$\log_b \{ x_4(t) / x_2(t) \}$]として出力する。

【0125】減算結果信号s527および減算結果信号s525は加算回路528に入力される。加算回路528は減算結果信号s527と減算結果信号s525の和を演算し、加算結果信号s528 [$E'(t) = \log_b \{ r_{3,4}(t) / r_{1,2}(t) \}$]を出力する。加算結果信号s528と減算結果信号s526は演算回路529に入力される。演算回路529は $\tan^{-1} \{ E'(t) \sin F'(\t) / (1 + E'(t) \cos F'(\t)) \}$ を演算し、演算結果信号s529 [$\Phi(t)$]を出力する。

【0126】演算結果信号s529と加算結果信号s523は加算回路530に入力される。加算回路530は演算結果信号s529と加算結果信号s523の和を演算し、加算結果信号s530 [$MRC(t) = \Phi(t) + \phi_{1,2}(t) + \theta_1(t)$]を出力する。出力された加算結果信号s530は識別回路531に入力される。識別回路531は入力された加算結果信号s530のシンボル判定を行い受信信号として出力する。

【0127】図6は、この発明の実施の形態の第6の例を示すブロック図である。なお、図6は変調信号が差動符号化されかつ受信電界強度検出回路の出力が受信電界強度の対数をとった非線形出力である場合の構成例である。（この例は請求項6の発明に対応する）

【0128】図6において、アンテナ601, 602, 603, 604で受信された受信信号s601, s602, s603, s604は、それぞれ受信回路605, 606, 607, 608に入力される。受信回路605, 606, 607, 608は、それぞれ受信信号の受信処理を行う。受信処理された受信信号は、それぞれ復調回路613, 614, 615, 616に入力される。

【0129】復調回路613, 614, 615, 616は、入力された受信処理後の受信信号を位相検波し、復調位相信号s613 [$\theta_1(t)$], s614 [$\theta_2(t)$], s615 [$\theta_3(t)$], s616 [$\theta_4(t)$]を出力する。出力される復調位相信号s613, s614, s615, s616はスカラー信号であり、復調回路613, 614, 615, 616は線形の検波演算を行わない。

【0130】また、受信信号s601, s602, s603, s604はそれぞれ受信電界強度検出回路609, 610, 611, 612に入力され、各受信信号の受信電界強度の対数値（底はb, b:定数）が検出される。受信電界強度検出回路609, 610, 611, 612は、それぞれの受信信号の振幅の対数値に比例した受信電界強度信号s609 [$\log_b x_1(t)$], s610 [$\log_b x_2(t)$], s611 [$\log_b x_3(t)$], s612 [$\log_b x_4(t)$]をそれぞれ出力する。

【0131】受信電界強度検出回路609, 610から出力された受信電界強度信号s609, s610は減算回路619に入力される。減算回路619は、受信電界強度信号s610と受信電界強度信号s609の差分を演算し、減算結果信号s619を出力する。減算結果信号s619は遅延回路632に入力されるとともに加算回路634に入力される。遅延回路632では減算結果信号s619をTだけ遅延させ、遅延信号s632として出力する。

【0132】遅延信号s632は加算回路634に入力される。加算回路634では減算結果信号s619と遅延信号s632の和を演算し、加算結果信号s634 [$G'(t) = \log_b \{ x_2(t-T) x_2(t) / x_1(t-T) x_1(t) \}$]を出力する。受信電界強度検出回路611, 612から出力された受信電界強度信号s611, s612は減算回路620に入力される。

【0133】減算回路620は、受信電界強度信号s612と受信電界強度信号s611の差分を演算し、減算結果信号s620を出力する。減算結果信号s620は遅延回路633に入力されるとともに加算回路635に入力される。遅延回路633では減算結果信号s620をTだけ遅延させ、遅延信号s633として出力する。遅延信号s633は加算回路635に入力される。

【0134】加算回路635では減算結果信号s620と遅延信号s633の和を演算し、加算結果信号s635 [$I'(t) = \log_b \{ x_4(t-T) x_4(t) / x_3(t-T) x_3(t) \}$]を出力する。変調信号は差動符号化されているため、 $x_1(t-T) x_1(t) = a_1(t)$, $x_1(t-T) x_2(t) = a_2(t)$, $x_1(t-T) x_3(t) = a_3(t)$, $x_1(t-T) x_4(t) = a_4(t)$ である。一方、復

調位相信号s613およびs614は減算回路617に入力される。

【0135】減算回路617は、復調位相信号s614から復調位相信号s613を減算し、減算結果信号s617 [$H'(t) = \theta_2(t) - \theta_1(t)$]を出力する。復調位相信号s615, s616は減算回路618に入力される。減算回路618は、復調位相信号s616から復調位相信号s615を減算し、減算結果信号s618 [$J'(t) = \theta_4(t) - \theta_3(t)$]を出力する。

【0136】加算結果信号s634と減算結果信号s617は演算回路621に入力される。また、加算結果信号s635と減算結果信号s618は演算回路622に入力される。演算回路621は $\tan^{-1}\{G'(t) \sin H'(t) / (1+G'(t) \cos H'(t))\}$ を演算し、演算結果信号s621_a [$\phi_{1,2}(t)$]を出力する。同時に、演算回路621は $\log_b\{\sin H'(t) / \sin \phi_{1,2}(t)\}$ を演算し、演算結果信号s621_b [$\log_b\{\sin H'(t) / \sin \phi_{1,2}(t)\}$]を出力する。

【0137】演算回路621は $\tan^{-1}\{I'(t) \sin J'(t) / (1+I'(t) \cos J'(t))\}$ を演算し、演算結果信号s622_a [$\phi_{3,4}(t)$]を出力する。同時に、演算回路622は $\log_b\{\sin J'(t) / \sin \phi_{3,4}(t)\}$ を演算し、演算結果信号s622_b [$\log_b\{\sin J'(t) / \sin \phi_{3,4}(t)\}$]を出力する。出力された演算結果信号s621_aと復調位相s613は加算回路623に入力される。演算結果信号s622_aと復調位相s615は加算回路624に入力される。

【0138】加算回路623では入力された演算結果信号s621_aと復調位相信号s613を加算し、加算結果信号s623 [$\phi_{1,2}(t) + \theta_1(t)$]を出力する。加算回路624では入力された演算結果信号s622_aと復調位相信号s615を加算し、加算結果信号s624 [$\phi_{3,4}(t) + \theta_3(t)$]を出力する。加算結果信号s624と加算結果信号s623は減算回路626に入力される。

【0139】減算回路626は入力された加算結果信号s624と加算結果信号s623の差分を演算し、減算結果信号s626 [$K'(t) = \{\phi_{3,4}(t) + \theta_3(t)\} - \{\phi_{1,2}(t) + \theta_1(t)\}$]を出力する。一方、演算結果信号s621_bおよびs622_bは減算回路625に入力される。減算回路625は、入力された演算結果信号s622_bと演算結果信号s621_bの差分を演算し、減算結果信号s625 [$\log_b\{\sin J'(t) \sin \phi_{1,2}(t) / \sin H'(t) \sin \phi_{3,4}(t)\}$]を出力する。

【0140】受信電界強度信号s610およびs612は減算回路627に入力される。減算回路627は入力

された受信電界強度信号s612と受信電界強度信号s610の差分を演算し、減算結果信号s627 [$\log_b\{x_4(t) / x_2(t)\}$]として出力する。減算結果信号s627および減算結果信号s625は加算回路628に入力される。

【0141】加算回路628は減算結果信号s627と減算結果信号s625の和を演算し、加算結果信号s628 [$L'(t) = \log_b\{r_{3,4}(t) / r_{1,2}(t)\}$]を出力する。加算結果信号s628と減算結果信号s626は演算回路629に入力される。演算回路629は $\tan^{-1}\{L'(t) \sin K'(t) / (1+L'(t) \cos K'(t))\}$ を演算し、演算結果信号s629 [$\Phi(t)$]を出力する。

【0142】演算結果信号s629と加算結果信号s623は加算回路630に入力される。加算回路630は演算結果信号s629と加算結果信号s623の和を演算し、加算結果信号s630 [$MRC(t) = \Phi(t) + \phi_{1,2}(t) + \theta_1(t)$]を出力する。出力された加算結果信号s630は識別回路631に入力される。識別回路631は入力された加算結果信号s630のシンボル判定を行い受信信号として出力する。

【0143】図7は、この発明の実施の形態の第7の例を示すブロック図である。なお、図7は変調信号が差動符号化されずかつ受信電界強度検出回路の出力が受信電界強度の対数をとった非線形出力である場合の構成例である。(この例は請求項7の発明に対応する)この例における検波後ダイバーシチ受信回路の動作について、先に説明した第6の例の場合と異なる部分について、以下に説明する。

【0144】すなわち、第6の例では受信電界強度検出回路609, 610の出力信号である受信電界強度信号s609, s610は減算回路619へ、また、受信電界強度検出回路611, 612の出力信号である受信電界強度信号s611, s612は減算回路620へ入力されていたが、本例では、受信電界強度信号s609, s610, s611, s612はそれぞれ遅延回路732, 736, 733, 738に入力されるとともに加算回路734, 737, 735, 739に入力されている。

【0145】遅延回路732, 736, 733, 738では、入力された受信電界強度信号s609, s610, s611, s612をそれぞれTだけ遅延させ、遅延信号s732, s736, s733, s738を出力する。遅延信号s732, s736, s733, s738はそれぞれ加算回路734, 737, 735, 739に入力される。加算回路734, 737, 735, 739はそれぞれ遅延信号s732, s736, s733, s738と受信電界強度信号s609, s610, s611, s612の和をそれぞれ演算し、加算結果信号s734, s737, s735, s739を出力する。

【0146】加算結果信号 s_{734}, s_{737} は減算回路 719 に、また、減算結果信号 s_{735}, s_{739} は除算回路 720 にそれぞれ入力される。減算回路 $719, 720$ では、加算結果信号 s_{737} および s_{739} と加算結果信号 s_{734} および s_{735} の差分をそれぞれ演算し、減算結果信号 $s_{719} [G' (t)], s_{720} [I' (t)]$ をそれぞれ出力する。減算結果信号 s_{719} および s_{720} は演算回路 621 および 622 にそれぞれ入力される。

【0147】以上の動作以外は、先に説明した実施の形態の第6の例の場合と同様である。図8は、この発明の実施の形態の第8の例を示すブロック図である。なお、図8は変調信号が差動符号化されかつ受信電界強度検出回路の出力が受信電界強度の対数をとった非線形出力である場合の構成例である。(この例は請求項8の発明に対応する)この例における検波後ダイバーシチ受信回路の動作について、先に説明した第7の例の場合と異なる部分について、以下に説明する。

【0148】すなわち、第7の例では受信電界強度信号 s_{610}, s_{612} の出力信号である受信電界強度信号 $s_{610} [10g_b x_2 (t)], s_{612} [10g_b x_4 (t)]$ が減算回路に入力されていたが、本例では受信電界強度信号 $s_{610} [10g_b x_2 (t)], s_{612} [10g_b x_4 (t)]$ は減算回路には入力されていない。減算回路 827 には、加算回路 $737, 739$ の出力信号である加算結果信号 $s_{737} [10g_b \{x_2 (t-T) x_2 (t)\}], s_{739} [10g_b \{x_4 (t-T) x_4 (t)\}]$ が入力されている。

【0149】減算回路 827 は加算結果信号 s_{739} と加算結果信号 s_{737} の差分を演算し、減算結果信号 $s_{827} [10g_b \{x_4 (t-T) x_4 (t)\} / x_2 (t-T) x_2 (t)]$ を出力する。減算結果信号 s_{827} は加算回路 628 に入力される。加算回路 628 は減算結果信号 s_{827} と減算結果信号 s_{625} の和を演算し、加算結果信号 $s_{628} [L' (t)]$ を出力する。

【0150】以上の動作以外は、先に説明した実施の形態の第6の例の場合と同様である。ところで、デジタル回路を用いる回路では量子化誤差が生じるため、これが特性の劣化を引き起こす。この量子化誤差による劣化は、各信号のビット数を増やすことにより小さくすることが可能であるが、各信号のビット数を増やすと回路規模が増大してしまう。そこで、本発明の検波後ダイバーシチ受信回路をデジタル回路を用いて実現する際の回路規模と特性の関係を計算機シミュレーションにより明らかにした。

【0151】図6に示した実施の形態の例における、計算機シミュレーションによる符号誤り率特性を図11に示す。同図において、縦軸は符号誤り率、横軸は平均 E_b / N_0 (1ビット当たりの信号電力と雑音電力密度と

の比) を示している。

【0152】同図において、Aはデジタル信号のビット数として図12に記載のビット数を適用した場合(デジタル部の回路規模: 約4キロゲート)を示しており、Bは全てのデジタル信号のビット数が無限大の理想的な場合(デジタル部の回路規模: 無限大)を示している。

【0153】なお、本シミュレーションでは伝送度 38.4 kbit/s 、変復調方式は $\pi/4$ シフト QPSK-遅延検波、フェージングはフェージング周波数 1.5 Hz 、遅延時間差 500 ns の2波等レベルレイリーフェージング、受信電界強度検出回路の出力信号のダイナミックレンジは 60 dB を仮定した。

【0154】また、変調信号は差動符号化されているものと仮定した。さらに、使用する4つのアンテナの間に相関がないものと仮定した。本シミュレーションに用いた各信号のビット数を図12に示す。受信回路と受信電界強度検出回路の入力信号はアナログ信号であり、出力信号はデジタル信号であるとしている。

【0155】図12の各信号を表す矢印の下に示した括弧内の値が各信号のビット数を表している。この場合のデジタル回路部の回路規模は約4キロゲートである。図11から、この実施例による各デジタル信号のビット数を無限大としたときの理想的な特性からの所要 E_b / N_0 の劣化量は、符号誤り率 10^{-3} 点において約 0.6 dB 、 10^{-4} 点において約 0.8 dB と十分小さいことが分かる。

【0156】図9に示した従来の構成によりこの特性と同等の特性を得るために必要なデジタル部の回路規模は40キロゲート以上であり、本発明による検波後ダイバーシチ受信回路の回路規模が十分に小さいことが分かる。

【0157】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、回路規模が大きくなる線形の検波演算を行うことなく最大比合成出力位相が得られるので、低消費電力で受信品質の高い検波後ダイバーシチ受信装置を実現できる。

【0158】すなわち、請求項1の発明によれば、変調信号が差動符号化されておらず、かつ、S/N検出手段の出力が受信信号対雑音電力比に比例した線形出力である場合に、請求項2～請求項4の発明によれば変調信号が差動符号化されており、かつ、S/N検出手段の出力が受信信号対雑音電力比に比例した線形出力である場合に、

【0159】また、請求項5の発明によれば変調信号が差動符号化されておらず、かつ、S/N検出手段の出力が受信信号対雑音電力比の対数をとった非線形出力である場合に、請求項6～請求項8の発明によれば変調信号が差動符号化されており、かつ、S/N検出手段の出力が受信信号対雑音電力比の対数をとった非線形出力であ

る場合に受信品質が最良の検波後最大比合成ダイバーシチ受信回路を実現することができる。また、従来のような線形の検波演算を行わないため、小規模の回路で実現できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の検波後ダイバーシチ受信回路の第1の実施例構成を示す図である。

【図2】本発明の検波後ダイバーシチ受信回路の第2の実施例構成を示す図である。

【図3】本発明の検波後ダイバーシチ受信回路の第3の実施例構成を示す図である。

【図4】本発明の検波後ダイバーシチ受信回路の第4の実施例構成を示す図である。

【図5】本発明の検波後ダイバーシチ受信回路の第5の実施例構成を示す図である。

【図6】本発明の検波後ダイバーシチ受信回路の第6の実施例構成を示す図である。

【図7】本発明の検波後ダイバーシチ受信回路の第7の実施例構成を示す図である。

【図8】本発明の検波後ダイバーシチ受信回路の第8の実施例構成を示す図である。

【図9】従来の検波後ダイバーシチ受信回路の構成例を示す図である。

【図10】4つのベクトルの合成ベクトルの位相を示す図である。

【図11】実施の形態の第6の例の符号誤り率特性を示す図である。

【図12】シミュレーションに用いた各信号のビット数を示す図である。

【符号の説明】

101～104, 201～204, 501～504, 601～604, 901～904, 105～108, 205～208, 505～508, 605～608, 905～908 受信回路

109～112, 209～212, 509～512, 609～612 受信電界強度検出回路

113～116, 213～216, 513～516, 613～616, 909～912 復調回路

119, 120, 219, 125, 220, 225, 227, 319, 320, 427 除算回路

232, 233, 236, 332, 333, 336, 338, 632, 633, 636, 732, 733, 736, 738 遅延回路

128, 234, 237, 235, 228, 334, 337, 335, 339 乗算回路

117, 118, 126, 217, 218, 226, 517～520, 518, 525～527, 617～620, 625～627, 719, 720, 827 減算回路

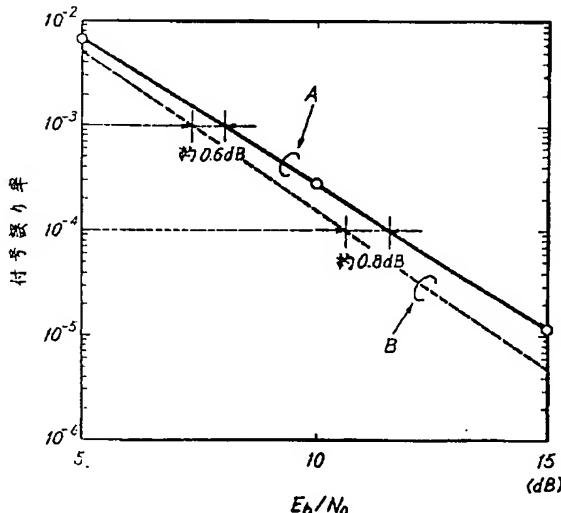
123, 124, 130, 223, 224, 230, 523, 524, 528, 530, 634, 635, 637, 623, 624, 628, 630, 734, 735, 737, 739, 913 加算回路

121, 122, 129, 221, 222, 229, 521, 522, 529, 621, 622, 629 演算回路

131, 231, 531, 631, 914 識別回路

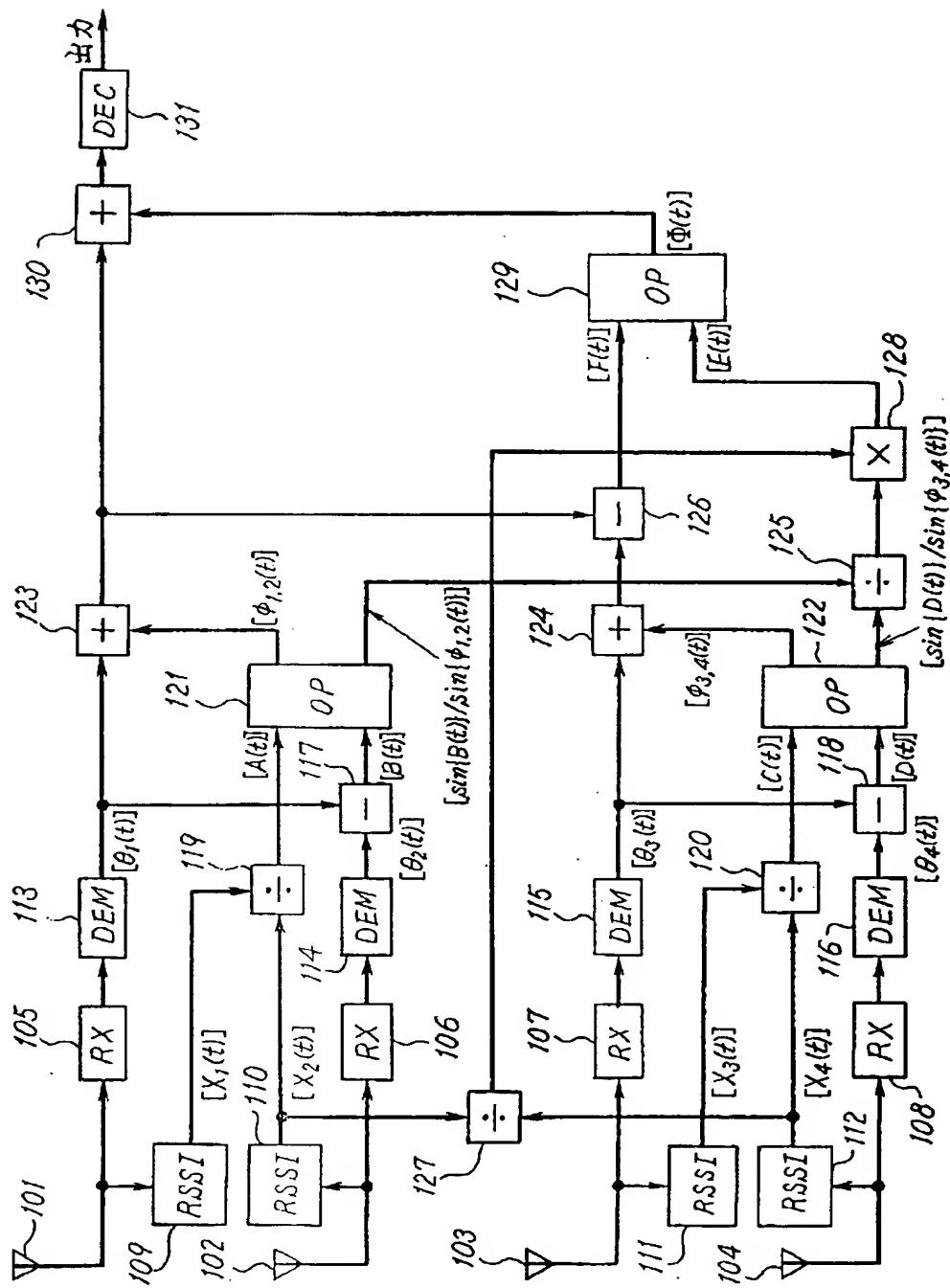
【図11】

実施の形態の第6の例の符号誤り率特性を示す図



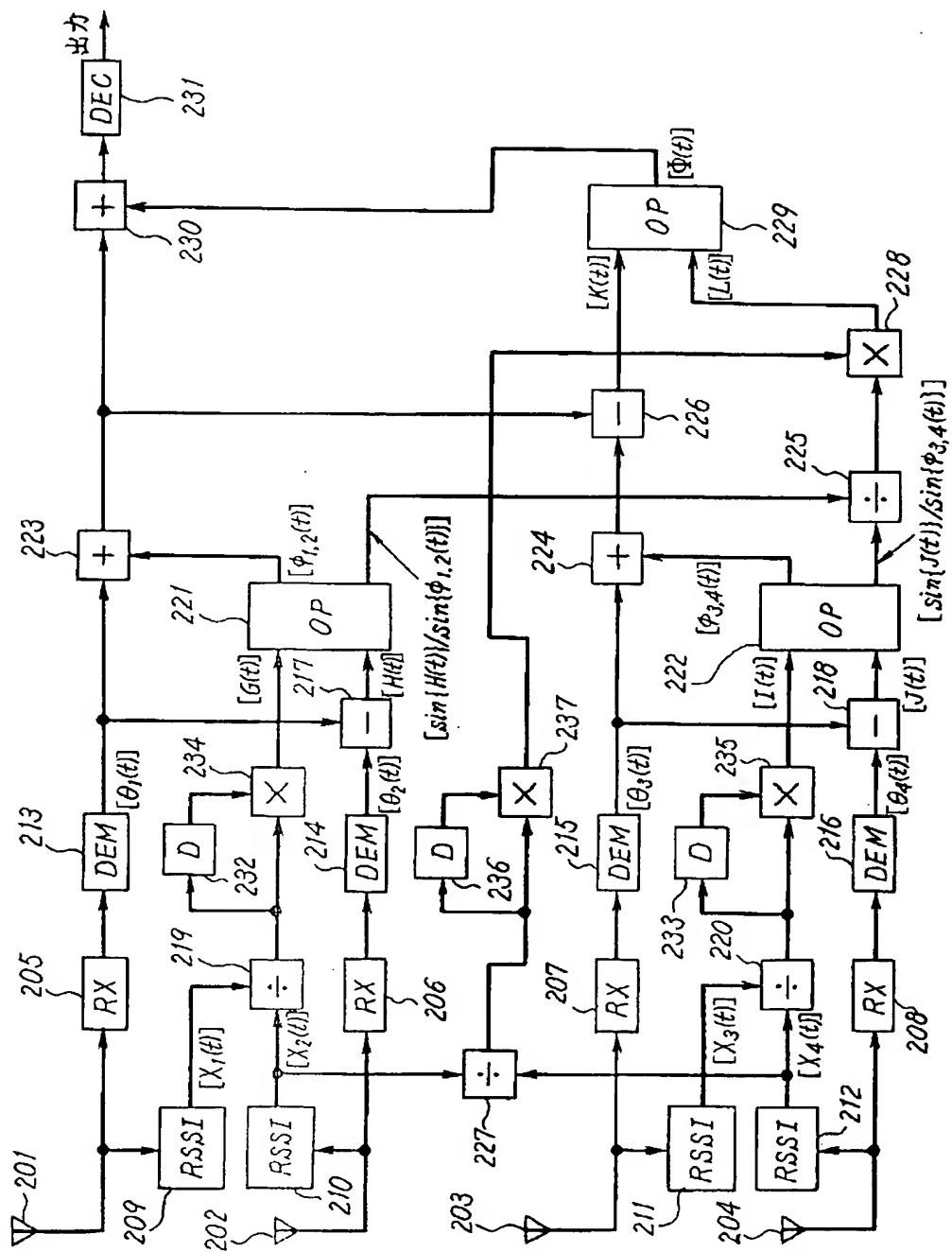
【図1】

本発明の実施の形態の第1の例を示す図



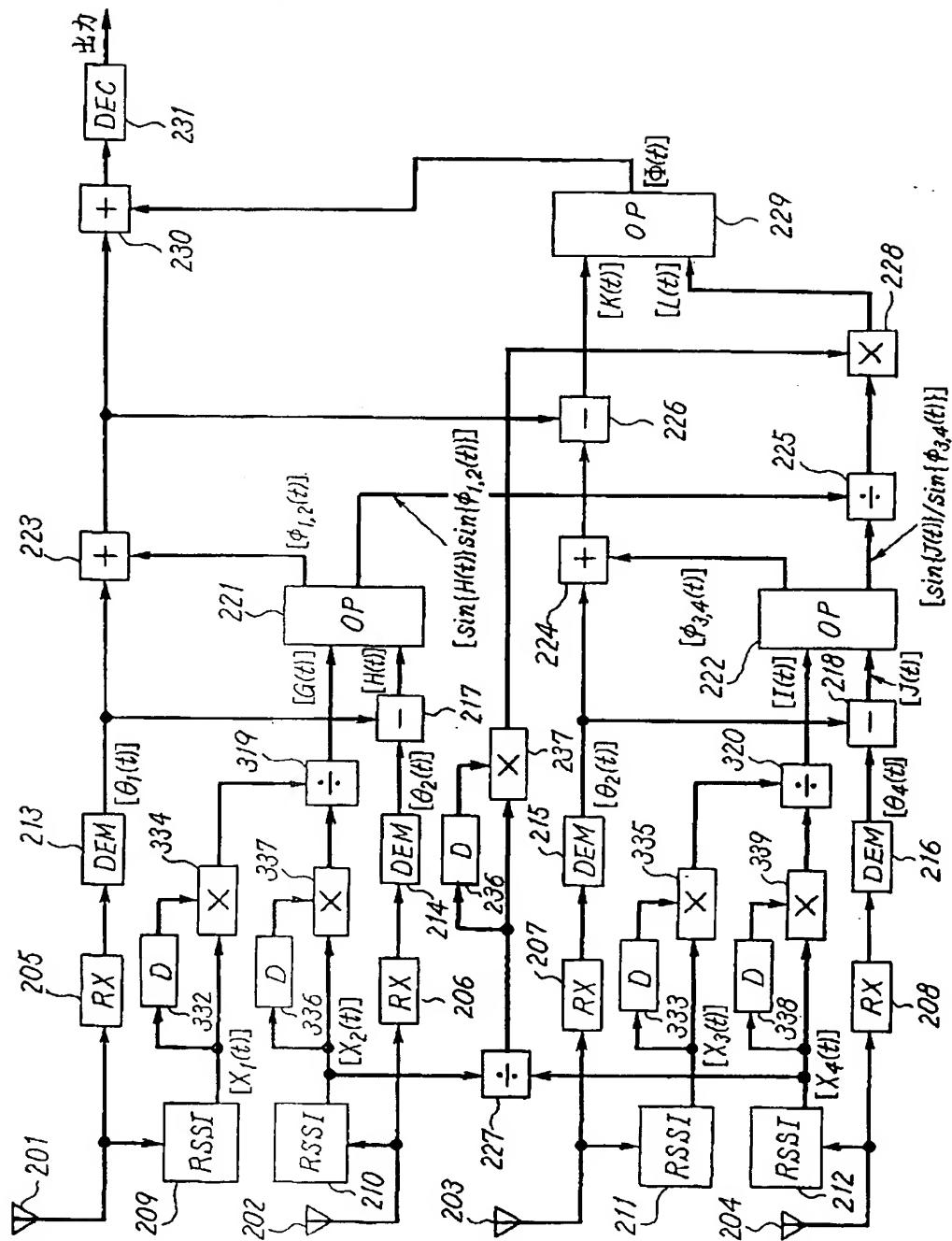
【図2】

本発明の実施の形態の第2の例を示す図



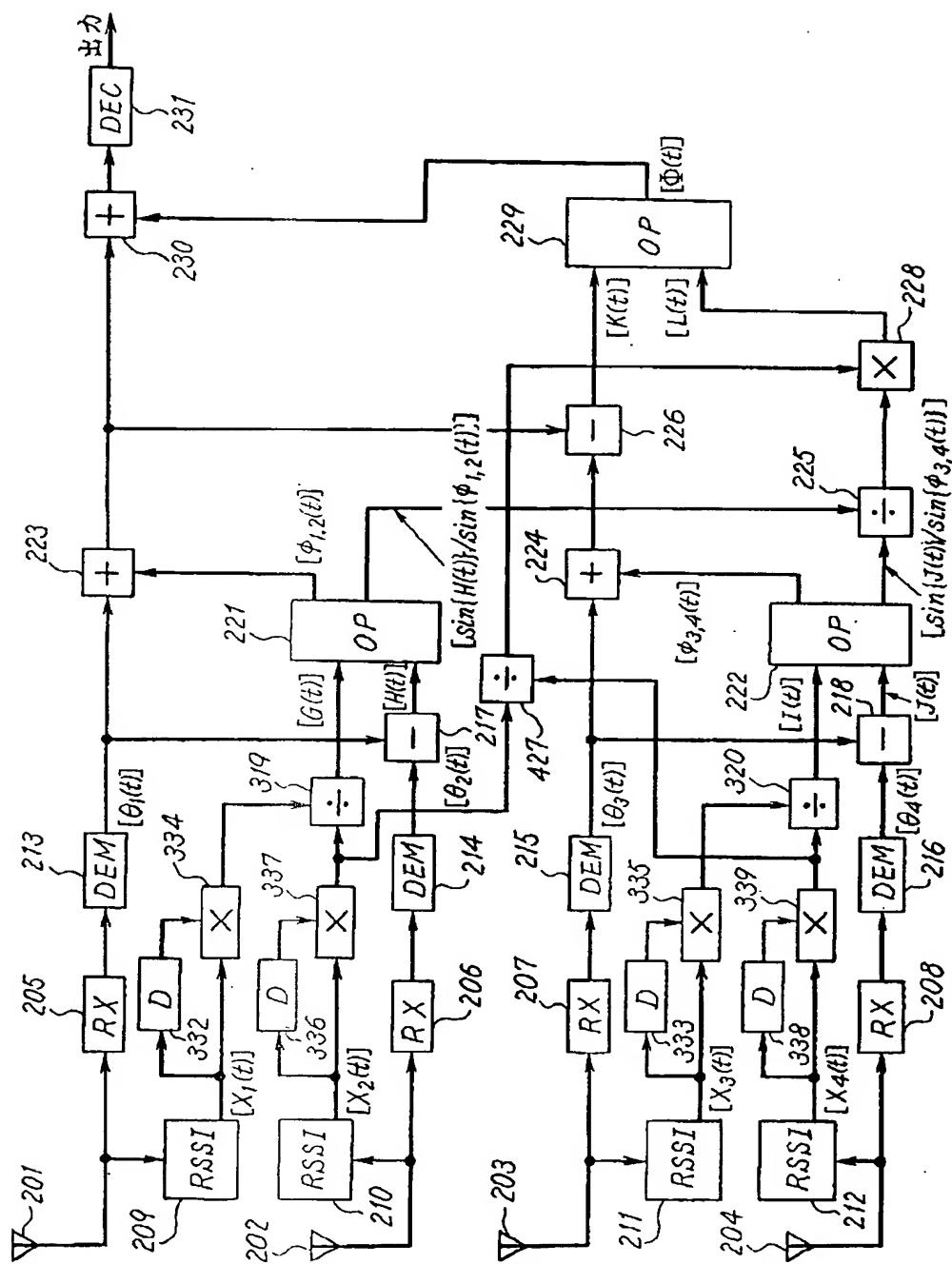
【図3】

本発明の実施の形態の第3の例を示す図



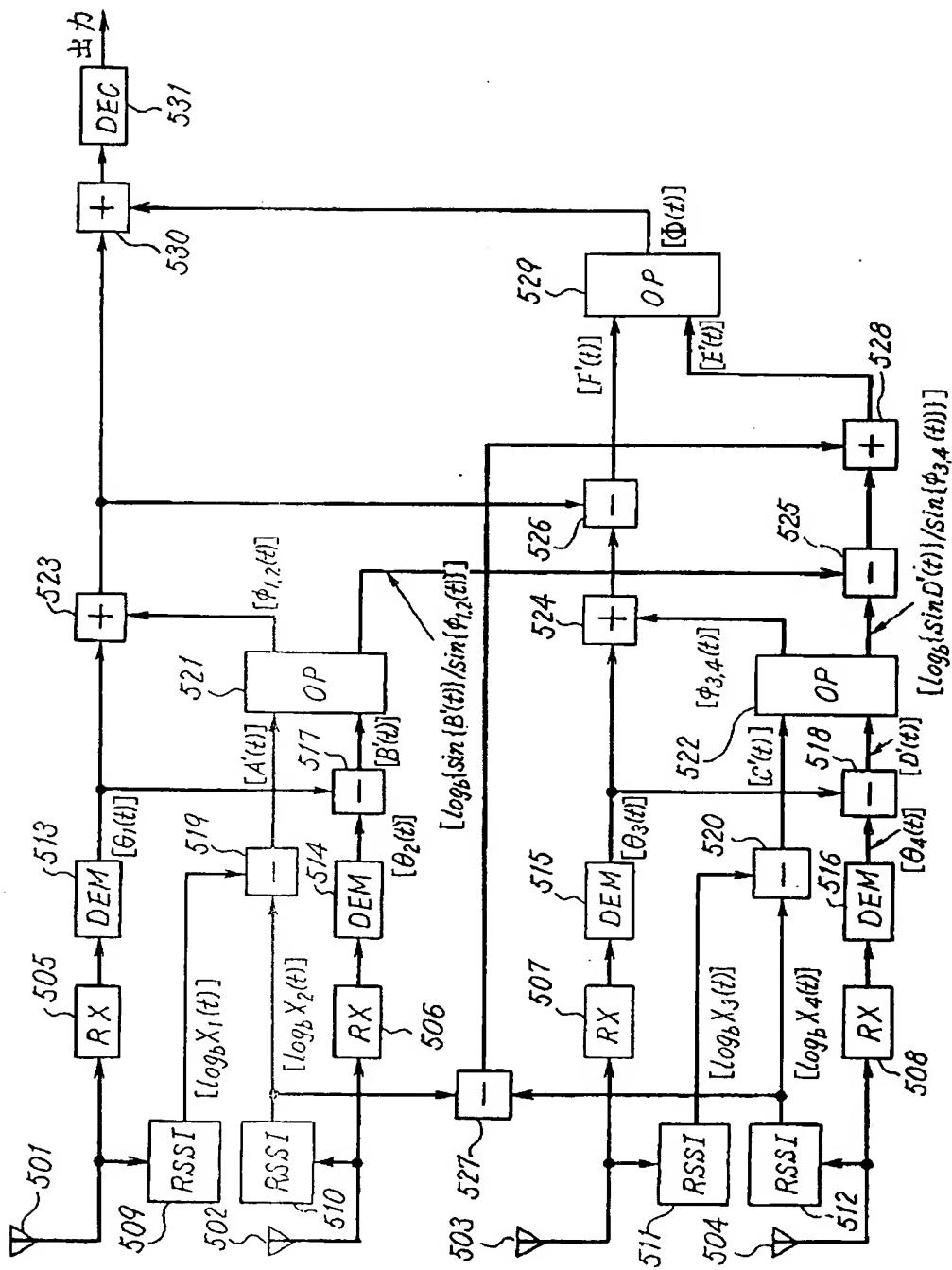
【図4】

本発明の実施の形態の第4の例を示す図



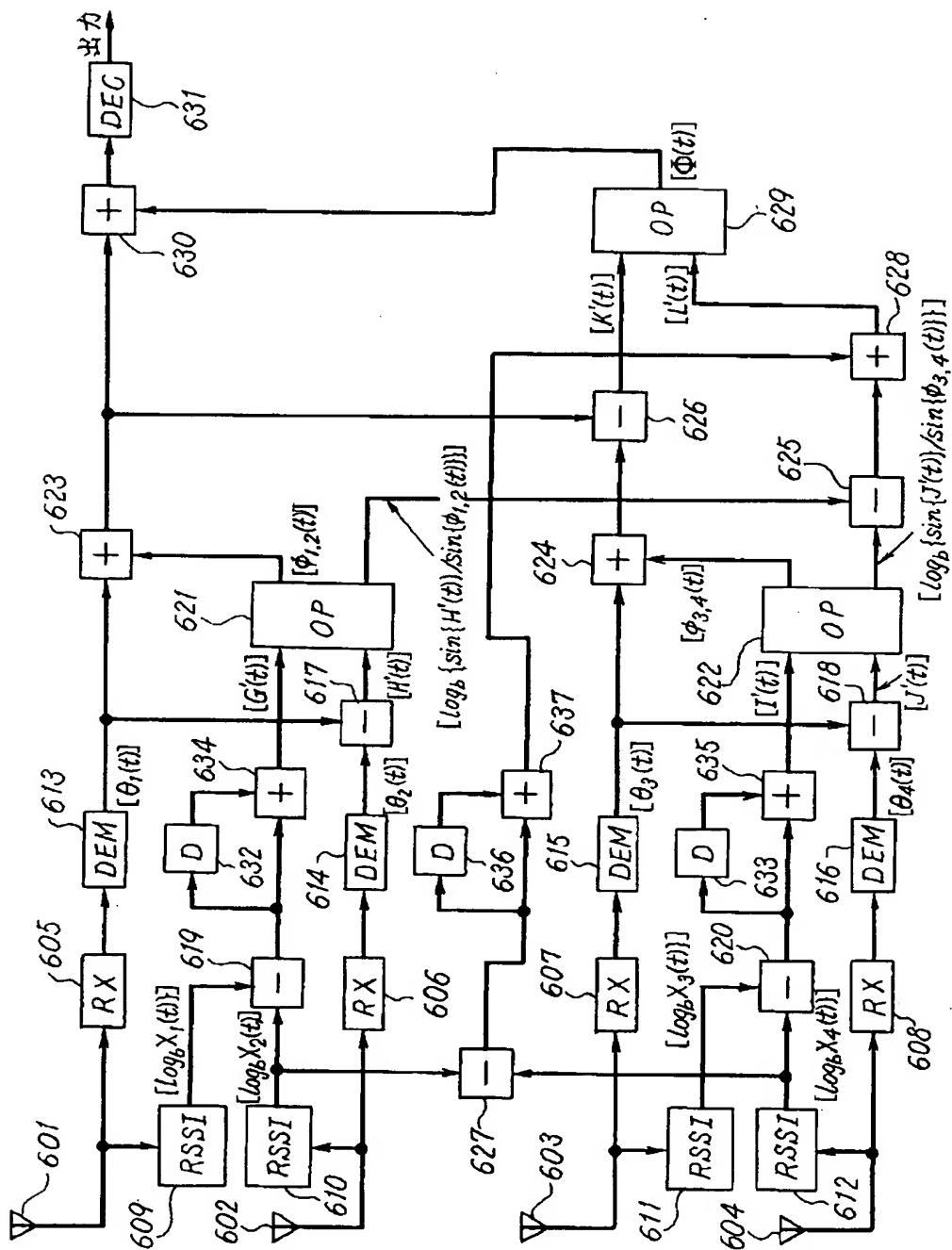
【図5】

本発明の実施の形態の第5の例を示す図



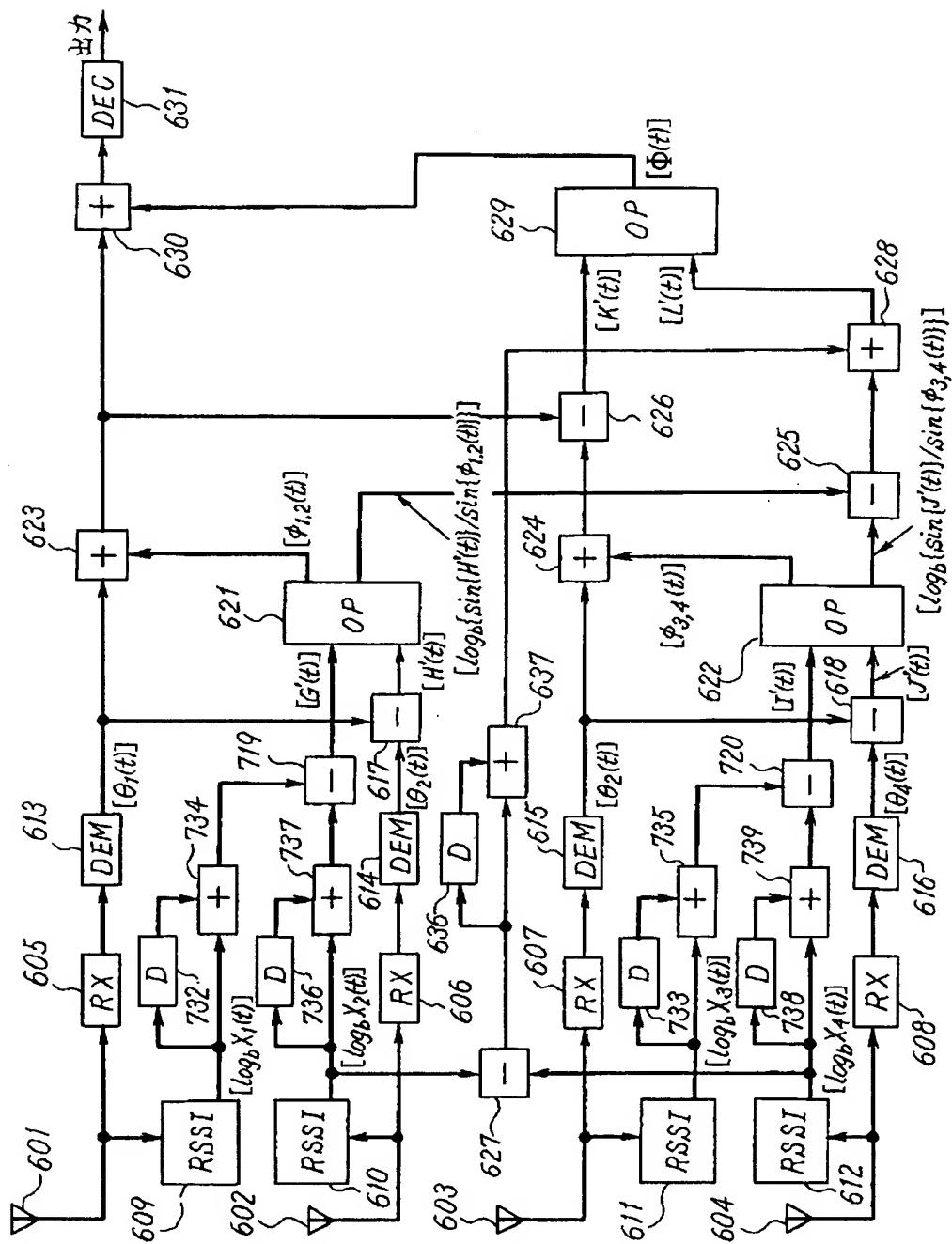
【図6】

本発明の実施の形態の第6の例を示す図



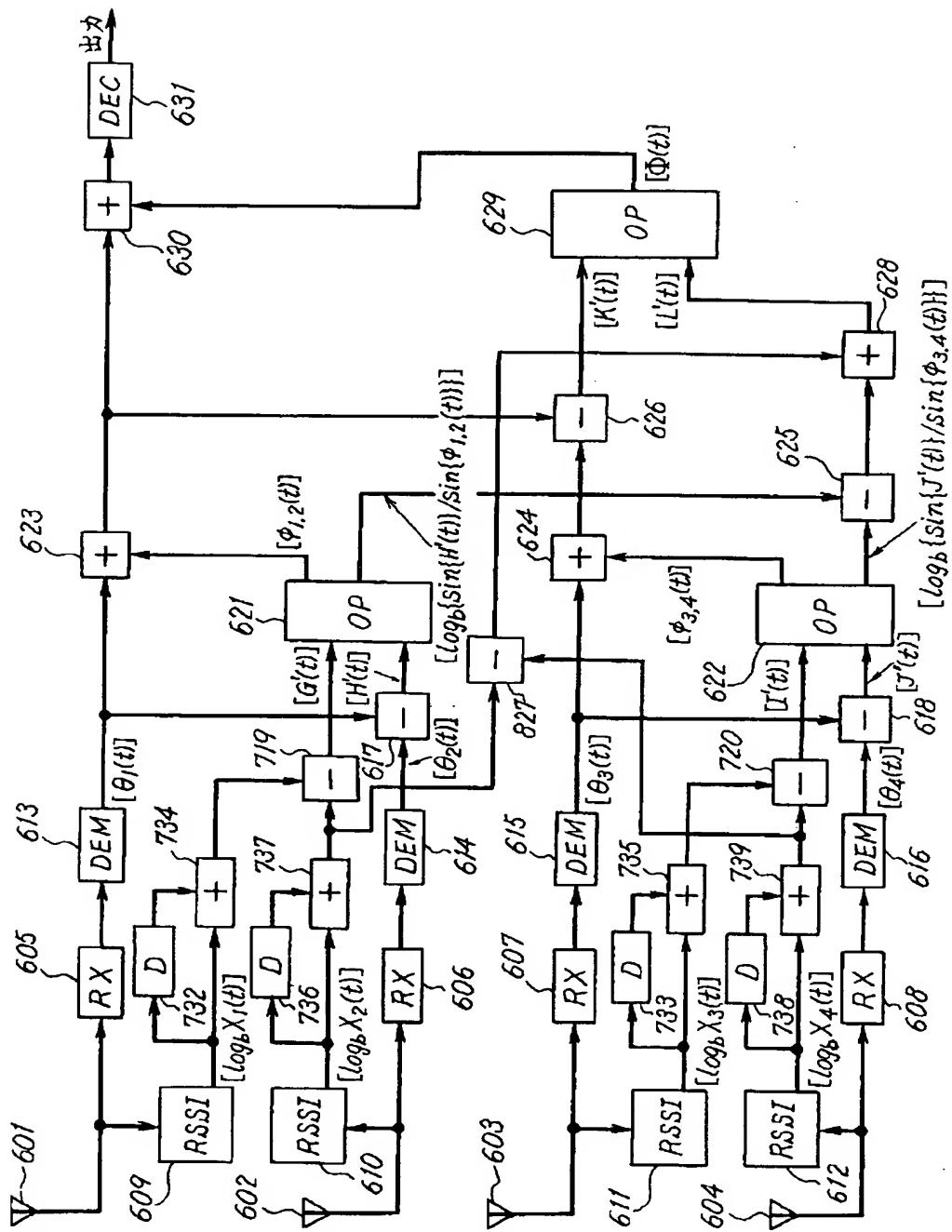
【図7】

本発明の実施の形態の第7の例を示す図



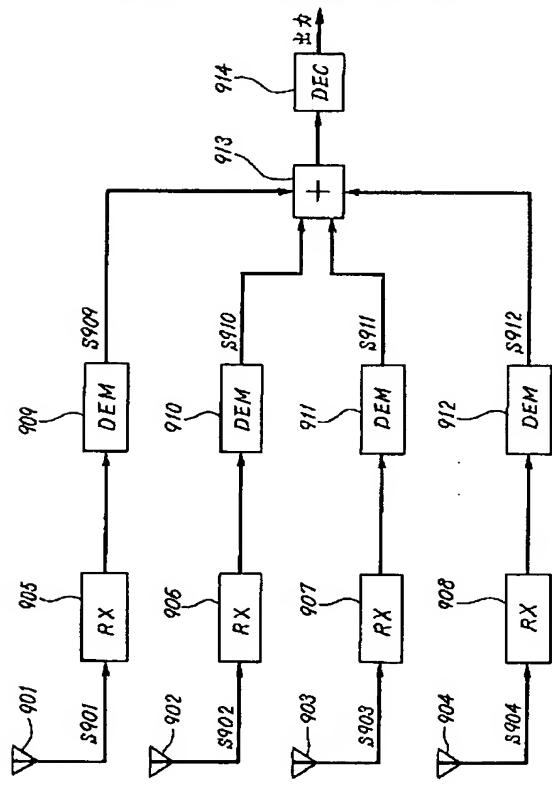
【図8】

本発明の実施の形態の第8の例を示す図



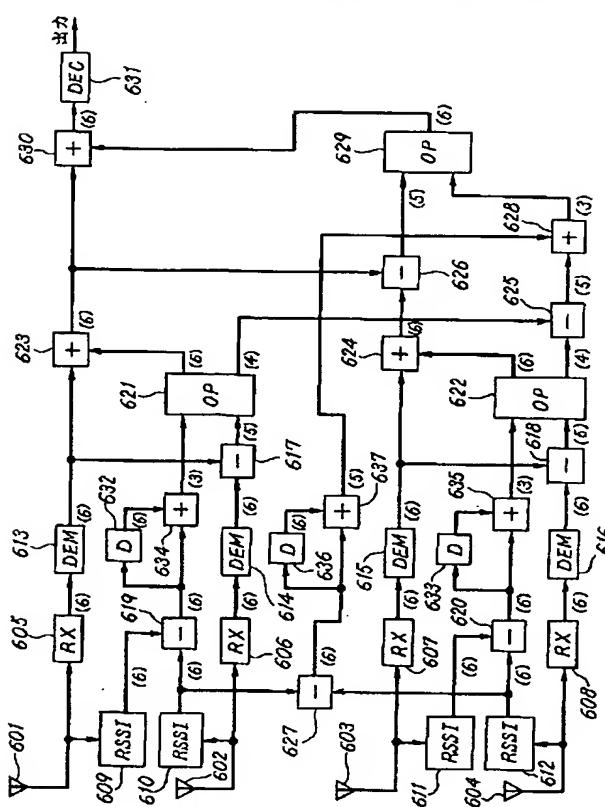
【図9】

従来の検波後ダイバーシティ受信回路の構成の例を示す図



【図12】

シミュレーションに用いた各信号のビット数を示す図



【図10】

4つのベクトルの合成ベクトルの位相を示す図

